



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2022-0133181  
(43) 공개일자 2022년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B42D 25/324 (2014.01) B42D 25/342 (2014.01)  
B42D 25/351 (2014.01) B42D 25/425 (2014.01)

(52) CPC특허분류  
B42D 25/324 (2015.01)  
B42D 25/342 (2015.01)

(21) 출원번호 10-2022-7022799  
(22) 출원일자(국제) 2020년12월17일  
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2022년07월04일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/065701  
(87) 국제공개번호 WO 2021/127241  
국제공개일자 2021년06월24일

(30) 우선권주장  
62/950,054 2019년12월18일 미국(US)

(71) 출원인  
크레인 앤 코, 인크  
미합중국, 매사추세츠주 01226, 달튼, 사우스 스트리트 30

(72) 발명자  
케이프 사무엘 엠.  
미국 30189 조지아주 우드스탁 필드스트림 웨이 3015  
고스넬, 조나단 디.  
미국 30041 조지아주 커밍 아이비 폴즈 드라이브 2395  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
특허법인펜타스

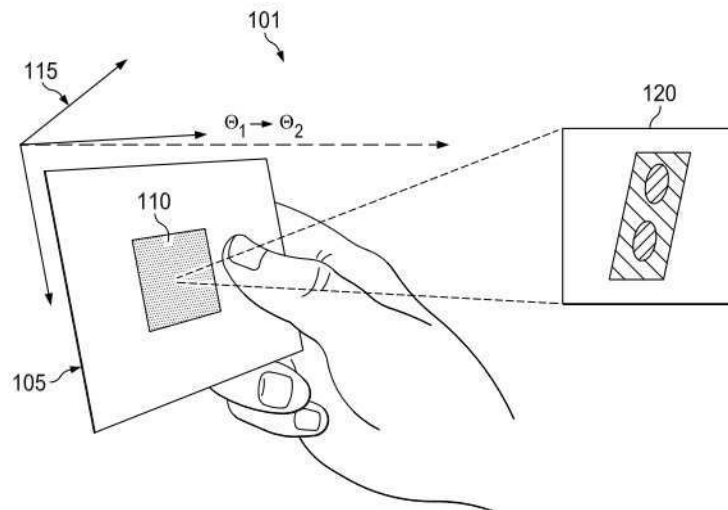
전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 발명의 명칭 **위상 정렬된 이미지 층들을 갖는 마이크로 광학 보안 디바이스**

**(57) 요약**

마이크로 광학 보안 디바이스(105)는 시야각과 연관된 복수의 초점 경로들(610)을 따라 광을 포커싱하도록 구성된 마이크로렌즈들(305)의 평면 어레이를 포함한다. 마이크로 광학 보안 디바이스는 복수의 초점 경로들을 따라 배치된 아이콘 층 스택(905)을 더 포함한다. 아이콘 층 스택은 제1 컬러(613b)의 경화된 재료의 체적들 및 제1 시야각 범위의 초점 경로들 외부의 위치들에서 실질적으로 투명한 재료의 체적들을 갖는 제1 아이콘 층(620)을 포함한다. 아이콘 층 스택은 또한 제1 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에 실질적으로 투명한 경화 재료의 체적들 및 제2 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 제2 컬러(637a)의 경화된 재료의 체적들을 갖는 제2 아이콘 층(640)을 포함한다.

**대표도** - 도1a



(52) CPC특허분류

*B42D 25/351* (2015.01)

*B42D 25/425* (2015.01)

(72) 발명자

**블라이만 벤자민 이.**

미국 30040 조지아주 커밍 체스트넛 드라이브 5380

**코트, 폴 에프.**

미국 03049 뉴햄프셔주 홀린스 페퍼렐 로드 69

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

마이크로 광학 보안 디바이스(micro-optic security device)(105)에 있어서,

복수의 초점 경로(focal path)들을 따라 광을 포커싱(focusing)하도록 구성된 마이크로렌즈들(305)의 평면 어레이-여기서, 상기 복수의 초점 경로들(610)은 상기 마이크로 광학 보안 디바이스의 시야각(viewing angle)과 연관됨-; 및

상기 복수의 초점 경로들을 따라 배치된 아이콘 층 스택(icon layer stack)(905)을 포함하고, 상기 아이콘 층 스택은:

제1 아이콘 층(620)으로서:

제1 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 제1 컬러(613b)의 경화된 재료의 체적들; 및

상기 제1 시야각 범위의 초점 경로들 외부의 위치들에서 실질적으로 투명한 재료의 체적들을 포함하는, 상기 제1 아이콘 층; 및

상기 마이크로렌즈들의 평면 어레이에 대해 상기 제1 아이콘 층 아래에 배치된 제2 아이콘 층(640)을 포함하고, 상기 제2 아이콘 층은:

상기 제1 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 실질적으로 투명한 경화된 재료의 체적들; 및

제2 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 제2 컬러(637a)의 경화된 재료의 체적들을 더 포함하고,

상기 제1 아이콘 층 또는 상기 제2 아이콘 층 중 적어도 하나는 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조(retaining structure)들을 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 아이콘 층은 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 및

상기 제2 아이콘 층은 제2 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 아이콘 층은 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 및

상기 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들은 표면 실장(surface-mounted) 아이콘들을 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 아이콘 층은 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 및

상기 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들은 표면 실장 아이콘들(815a)을 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 컬러는 상기 제1 컬러와 대비되는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 6**

제1항에 있어서,  
 상기 제2 컬러는 상기 제1 컬러와 대비되지 않는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 마이크로렌즈들의 평면 어레이와 상기 제1 아이콘 층 사이에 배치된 광학 스페이서(optical spacer)(903)를 더 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 8**

제1항에 있어서,  
 상기 제1 아이콘 층은 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 및  
 상기 제1 시야각 범위의 초점 경로들 외부의 위치들에서 상기 실질적으로 투명한 경화된 재료는 상기 제2 아이콘 층과 통합되는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 9**

제1항에 있어서,  
 상기 마이크로렌즈들의 평면 어레이는 상기 마이크로렌즈들의 평면 어레이의 마이크로렌즈들이 제1 로컬 반복 주기(local repeat period)로 배치되는 영역을 포함하고,  
 상기 제1 아이콘 층은 상기 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들이 제2 로컬 반복 주기로 배치되는 제2 영역을 포함하고, 및  
 상기 제1 로컬 반복 주기 대 상기 제2 로컬 반복 기간의 비는 상기 마이크로렌즈들이 상기 제1 시야각 범위에서 상기 제1 컬러의 상기 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지(synthetic image)를 투영하도록 하기 위한 것인, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 10**

제9항에 있어서,  
 상기 제2 아이콘 층은 상기 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들이 제3 로컬 반복 주기로 배치되는 제3 영역을 포함하고, 및  
 상기 제1 로컬 반복 주기 대 상기 제3 로컬 반복 기간의 비는 상기 마이크로렌즈가 상기 제2 시야각 범위에서 상기 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영하도록 하기 위한 것인, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 11**

제1항에 있어서, 상기 제1 시야각 범위는 상사점(top dead center)을 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 12**

제1항에 있어서,  
 상기 제1 시야각 범위의 초점 경로들 외부의 위치들에서 실질적으로 투명한 재료의 하나 이상의 상기 체적들과 상기 실질적으로 투명한 유지 구조들 사이에 배치된 하나 이상의 계면 영역들을 더 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 13**

제1항에 있어서,  
 상기 제1 시야각 범위는 제2 시야각 범위에 연속적이고, 및

상기 마이크로 광학 보안 디바이스는 제1 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서, 시야각이 상기 제1 시야각 범위에서 상기 제2 시야각 범위로 전환됨에 따라 사라지는, 상기 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 14**

마이크로 광학 보안 디바이스에 있어서,

복수의 초점 경로들을 따라 광을 포커싱하도록 구성된 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이-여기서, 상기 복수의 초점 경로들(610)은 상기 마이크로 광학 보안 디바이스의 시야각과 연관됨-; 및

상기 복수의 초점 경로들을 따라 배치된 아이콘 층 스택(905)을 포함하고, 상기 아이콘 층 스택은:

제1 컬러의 방향성 경화된 재료(directionally cured material)의 체적들을 포함하는 제1 아이콘 층(620)-여기서, 상기 제1 컬러의 상기 방향성 경화된 재료의 체적들은 상기 마이크로 광학 보안 디바이스의 제1 시야각 범위와 연관됨-; 및

제2 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들을 포함하는 제2 아이콘 층(640)을 포함하고,

상기 제1 아이콘 층 및 상기 제2 아이콘 층 중 적어도 하나는 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 및

상기 제2 시야각 범위는 상기 제1 시야각 범위와 같은 공간에 있지 않는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 상기 제2 아이콘 층은 방향성 경화된 실질적으로 투명한 재료의 체적들을 더 포함하고, 및 상기 방향성 경화된 실질적으로 투명한 재료의 체적들은 상기 마이크로 광학 보안 디바이스의 상기 제1 시야각 범위와 연관되는,

**청구항 16**

제14항에 있어서, 상기 제2 시야각 범위는 상기 제1 시야각 범위에 상보적인(complementary), 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 17**

제14항에 있어서, 상기 제2 시야각 범위는 상기 제1 시야각 범위에 인접한, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 18**

제14항에 있어서, 상기 제2 시야각 범위는 상기 제1 시야각 범위와 중첩되는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 19**

제14항에 있어서, 상기 포커싱 요소들의 평면 어레이 또는 상기 아이콘 층 스택 중 적어도 하나와 접촉하는 광학 스페이서를 더 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 20**

제14항에 있어서, 상기 포커싱 요소들의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 반사(reflective) 포커싱 요소들인, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 21**

제14항에 있어서, 상기 포커싱 요소들의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 굴절(refractive) 포커싱 요소인, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 22**

제14항에 있어서, 상기 제2 컬러는 상기 제1 컬러와 대비되는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 23**

제14항에 있어서, 상기 제2 컬러는 상기 제1 컬러와 대비되지 않는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 24**

제14항에 있어서,

상기 제1 아이콘 층은 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 및

상기 제2 아이콘 층은 제2 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 25**

제14항에 있어서,

상기 제1 아이콘 층은 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 및

상기 제2 컬러의 상기 경화된 재료의 체적들은 표면 실장 아이콘들을 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 26**

제14항에 있어서,

상기 제2 아이콘 층은 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 및

상기 제1 컬러의 상기 경화된 재료의 체적들은 표면 실장 아이콘들을 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 27**

제14항에 있어서,

상기 포커싱 요소들의 평면 어레이는 상기 포커싱 요소들의 평면 어레이의 포커싱 요소들이 제1 로컬 반복 주기로 배치되는 영역을 포함하고,

상기 제1 아이콘 층은 상기 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들이 제2 로컬 반복 주기로 배치되는 제2 영역을 포함하고, 및

상기 제1 로컬 반복 주기 대 상기 제2 로컬 반복 기간의 비는 상기 포커싱 요소들이 상기 제1 시야각 범위에서 상기 제1 컬러의 상기 방향성 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영하도록 하기 위한 것인, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 28**

제27항에 있어서,

상기 제2 아이콘 층은 상기 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들이 제3 로컬 반복 주기로 배치되는 제3 영역을 포함하고, 및

상기 제1 로컬 반복 주기 대 상기 제3 로컬 반복 기간의 비는 상기 포커싱 요소들이 상기 제2 시야각 범위에서 상기 제2 컬러의 상기 방향성 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영하도록 하기 위한 것인, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 29**

제14항에 있어서, 상기 제1 시야각 범위는 상사점을 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 30**

제14항에 있어서, 상기 제1 시야각 범위의 초점 경로들 외부의 위치들에서 상기 실질적으로 투명한 재료의 체적들 중 하나 이상과 상기 실질적으로 투명한 유지 구조들 사이에 배치된 하나 이상의 계면 영역들을 더 포함하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**청구항 31**

제14항에 있어서,

상기 제1 시야각 범위는 상기 제2 시야각 범위에 연속적이며, 및

상기 마이크로 광학 보안 디바이스는 시야각이 상기 제1 시야각 범위에서 상기 제2 시야각 범위로 전환됨에 따라 사라지는 상기 제1 컬러의 상기 방향성 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영하는, 마이크로 광학 보안 디바이스.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시는 보안 문서의 위조 방지를 강화하기 위한 시스템에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 개시는 위상 정렬된(phase aligned) 이미지 층들을 갖는 마이크로 광학 보안 디바이스에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 구성 및 최종 제품으로의 통합에 따라, 역동적이고 복제하기 어려운 외관을 가진 마이크로 광학 보안 디바이스는 신뢰할 수 있는 진위의 시각적 표시를 요구하는 지폐, 여권 및 기타 문서와 같은 보안 문서의 위조 방지를 크게 향상시킬 수 있다. 특정 마이크로 광학 보안 디바이스의 전반적인 효율성은 디바이스에 의해 생성된 시각 효과의 고유성, 복제의 어려움 및 대규모 생산을 위한 디바이스의 능력을 포함하되 이에 제한되지 않는 다양한 변수에 따라 달라진다. 예를 들어, 불명확하거나 시각적으로 흥미롭지 않은 시각 효과를 생성하는 마이크로 광학 보안 디바이스는 대부분의 최종 사용자가 알아차릴 가능성이 낮고 암시적으로 최종 사용자가 이 디바이스의 부재를 알아차리지 못할 가능성이 높다. 이러한 경우, 정확한 마이크로 광학 보안 디바이스가 없는 위조 문서가 감지되지 않은 채 유통될 가능성이 마이크로 광학 보안 디바이스가 명확성 또는 참신함의 일부 조합으로 인해 최종 사용자에게 두드러진 시각적 효과를 제공하는 경우보다 높다. 유사하게, 마이크로 광학 보안 디바이스의 효율성은 규모에 맞게 제조될 수 있을 때 향상되어 가격을 낮추고 광범위한 채택을 촉진한다. 위조범의 손이 닿지 않는 동시에 합법적인 행위자에 의해 대규모로 제조될 수 있는 점점 더 독특한 시각 효과를 달성하는 것과 관련하여 한계를 뛰어 넘는 것은 마이크로 광학 보안 디바이스 설계 분야에서 기술적인 문제와 개선 기회의 지속적인 원천으로 남아 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

[0003] 본 개시는 위상 정렬된 이미지 층들을 갖는 마이크로 광학 보안 디바이스의 실시예를 예시한다.

[0004] 제1 실시예에서, 마이크로 광학 보안 디바이스는 복수의 초점 경로들을 따라 광을 포커싱하도록 구성된 마이크로 렌즈들의 평면 어레이를 포함하고, 복수의 초점 경로들은 마이크로 광학 보안 디바이스의 시야각과 연관된다. 마이크로 광학 보안 디바이스는 복수의 초점 경로들을 따라 배치된 아이콘 층 스택을 더 포함한다. 아이콘 층 스택은 제1 아이콘 층을 포함하고, 이는 제1 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들 및 제1 시야각 범위의 초점 경로들 외부의 위치들에서 실질적으로 투명한 재료의 체적들을 포함한다. 아이콘 층 스택은 또한 마이크로 렌즈들의 평면 어레이에 대해 제1 아이콘 층 아래에 배치된 제2 아이콘 층을 포함한다. 제2 아이콘 층은 또한 제1 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 실질적으로 투명한 경화된 물질의 체적들 및 제2 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들을 포함한다. 제1 아이콘 층 또는 제2 아이콘 층 중 적어도 하나는 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함한다.

[0005] 제2 실시예에서, 마이크로 광학 보안 디바이스는 복수의 초점 경로들을 따라 광을 포커싱하도록 구성된 포커싱 요소들의 평면 어레이를 포함하고, 복수의 초점 경로들은 마이크로 광학 보안 디바이스의 시야각과 연관된다. 마이크로 광학 보안 디바이스는 복수의 초점 경로들을 따라 배치된 아이콘 층 스택을 더 포함한다. 아이콘 층

스택은 제1 컬러의 방향성 경화 물질의 체적들을 포함하는 제1 아이콘 층을 포함하고, 제1 컬러의 방향성 경화된 재료의 체적들은 마이크로 광학 보안 디바이스의 제1 시야각 범위와 연관된다. 아이콘 층 스택은 또한 제2 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 제2 컬러의 방향성 경화된 물질의 체적들을 갖는 제2 아이콘 층을 포함한다. 제1 아이콘 층 또는 제2 아이콘 층 중 적어도 하나는 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함한다. 또한, 제2 시야각 범위는 제1 시야각 범위와 같은 공간에 있지 않다.

[0006] 다른 기술적 특징은 하기 도면, 설명 및 청구범위로부터 당업자에게 용이하게 명백할 수 있다.

[0007] 아래의 상세한 설명을 수행하기 전에, 이 특허 문서 전체에 걸쳐 사용된 특정 단어 및 구의 정의를 설명하는 것이 유리할 수 있다. "결합하다(couple)"이라는 용어와 그 파생어는 두 개 이상의 요소들이 서로 물리적으로 접촉하고 있는지 여부에 관계없이 둘 이상의 요소들 간의 직접 또는 간접 통신을 나타낸다. "포함하다(include)" 및 "포함하다(comprise)" 및 그 파생어는 제한 없이 포함하는 것을 의미한다. "또는(or)"이라는 용어는 포괄적이며, 및/또는을 의미한다. "와 연관된"이라는 문구와 그 파생어는 포함하다, 안에 포함되다, 상호 연결하다, 함유하다, 안에 함유되다, 에 또는 와 연결하다, 에 또는 와 결합하다, 와 통신 가능하다, 와 협력하다, 인터리빙하다, 나란히 하다, 에 근접하다, 에 또는 와 본딩되다, 가지다, 의 속성을 가지다, 에 또는 와와 관계를 갖다, 등을 의미한다. 항목들의 리스트와 함께 사용되는 "다음 중 적어도 하나"라는 문구는 나열된 항목들 중 하나 이상을 서로 다른 조합으로 사용할 수 있으며 리스트에서 또한 하나의 항목만 필요할 수 있음을 의미한다. 예를 들어 "A, B, C 중 적어도 하나"에는 다음 조합이 포함된다: A, B, C, A와 B, A와 C, B와 C, A와 B와 C.

[0008] 다른 특정 단어 및 구에 대한 정의는 이 특허 문서 전체에 제공된다. 당업자는 대부분의 경우는 아닐지라도 많은 경우에 이러한 정의가 이러한 정의된 단어 및 구의 이전 및 미래 사용에 적용된다는 것을 이해해야 한다.

**도면의 간단한 설명**

[0009] 본 개시 및 그 이점의 보다 완전한 이해를 위해, 유사한 참조 번호가 유사한 부분을 나타내는 첨부 도면들과 함께 취해진 다음 설명을 이제 참조한다:

도 1a 및 도 1b는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 물론, 마이크로 광학 보안 디바이스의 동작의 양태를 도시하고;

도 2a 및 도 2b는 마이크로 광학 보안 디바이스에서 위상 정렬을 달성하는 것과 관련된 기술적 과제 of 양태를 배경으로서 도시하고;

도 3a, 3b 및 3c는 본 개시의 일부 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태들을 도시하고;

도 4a 및 도 4b는 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 개별 적층 아이콘 층들의 기여의 양태를 도시하고;

도 5a 내지 도 5c는 본 개시의 일부 실시예에 따른 표면 실장 이미지 아이콘을 형성하는 양태의 예를 다중 관점들로부터 도시하고;

도 6a 내지 도 6i는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시하고;

도 7은 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시하고;

도 8a 및 도 8b는 본 개시의 일부 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시하고; 및

도 9는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0010] 이하에서 논의되는 도 1a 내지 도 9, 및 본 발명의 원리를 설명하기 위해 사용된 다양한 실시예는 단지 예시를 위한 것이며 본 발명의 범위를 제한하는 방식으로 해석되어서는 안 된다. 당업자는 본 개시의 원리가 적절하게 구성된 매우 다양한 마이크로 광학 보안 디바이스에서 구현될 수 있음을 이해할 것이다.

[0011] 본 개시는 다양한 실시예로 설명되었지만, 다양한 변경 및 수정이 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 제안될 수 있다. 본 개시는 청구범위의 사상 내에 속하는 그러한 변경 및 수정을 포함하는 것으로 의도된다.

[0012] 도 1a 및 도 1b는 본 개시 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예시 및 마이크로 광학 보안 디바이스의 동작의 양태를 도시한다.

[0013] 도 1a-b의 비제한적인 예를 참조하면, 마이크로 광학 보안 디바이스(110)를 포함하는 보안 문서(105)의 제1 뷰(101)(도 1a에 도시됨) 및 제2 뷰(151)(도 1b에 도시됨)가 도면에 제공된다. 다양한 실시예에 따르면, 보안 문서(105)는 여권, 화폐 지폐, 신분증, 또는 진위의 신뢰할 수 있는 시각적 표시로부터 이익을 얻는 다른 문서이다. 도 1a-b의 비제한적인 예에서, 마이크로 광학 보안 디바이스(110)는 포커싱 요소들(예를 들어, 마이크로렌즈들)의 층, 및 이미지 아이콘들의 두 개 이상의 층들이 위상 정렬되는 영역을 포함하는 이미지 스택을 포함한다. 본 개시에서 사용된 바와 같이, 다중 아이콘 스택의 층들 내의 아이콘 구조와 관련하여 사용되는 "위상 정렬된(phase-aligned)"이라는 용어는 제1 아이콘 층의 컬러 아이콘들이 제1 시야각 범위의 초점 경로들과 연관된 제1 아이콘 층의 위치들을 차지하고, 제2 아이콘 층의 컬러 아이콘들이 제2 시야각 범위의 초점 경로들과 연관된 제2 아이콘 층의 위치들을 차지하고, 제1 아이콘 층의 컬러 아이콘들이 제2 시야각 범위 밖의 초점 경로들과 연관된 제1 아이콘층 내의 위치들을 차지하고, 및 제2 아이콘 층의 컬러 아이콘들이 제1 시야각 범위 밖의 초점 경로들과 연관된 제2 층의 위치들을 차지하는 속성을 포함한다. 실제적인 양태에서, 컬러 이미지 아이콘들이 본 개시의 특정 실시예들에 따라 위상 정렬되는 경우, 크로스-토크(cross-talk) 또는 주어진 시야각 범위에서 아이콘 스택의 두 개 이상의 층들로부터의 컬러 이미지 아이콘들이 포커싱 요소들에 의해 동시에 투영되는 상태는 마이크로 광학 보안 디바이스에 의해 투영되는 합성 이미지의 설계 피쳐로 실질적으로 제어되고 통합되거나 제거될 수 있다. 본 개시의 특정 실시예에 따르면, 이미지 아이콘 층들 사이의 크로스-토크의 발생 정도(incidence)를 제어하는 것은 마이크로 광학 보안 디바이스의 성능이 측정되는 적어도 3차원을 따라 개선을 나타내는 마이크로 광학 보안 디바이스의 생성을 용이하게 한다. 특히 이미지 아이콘들 사이의 위상 정렬을 제어 가능한 설계 파라미터로 사용하여, 제1 시야각 범위에서 마이크로 광학 보안 디바이스에 의해 투영된 다중 컬러 합성 이미지들과 제2 시야각 범위에서 마이크로 광학 보안 디바이스에 의해 투영된 합성 이미지 사이의 전환(transition)이 더 선명해질 수 있으며, 본 개시에 따른 실시예 예를 들어, 둘 모두 다중 컬러 "플리커(flicker)" 효과를 생성할 수 있으며, 합성 이미지는 빠르게 나타났다 사라지는 컬러 구성요소와 합성 이미지의 컬러 영역이 점진적으로 이동하거나 컬러를 변경하는 효과를 포함한다. 점진적으로 진화하는 컬러 효과와 함께 다중 컬러 "플리커" 효과를 통합하면 시선을 사로잡고 시청자의 관심을 유도하는 합성 이미지를 제공할 수 있다. 또한, 아이콘 층들의 층들 사이의 위상 정렬을 달성하면 추가적인 제조 문제가 발생하고 암시적으로 악의적인 행위자가 이러한 장치를 위조하기가 훨씬 더 어려워진다. 셋째, 본 개시에 따른 특정 실시예는 구조화된 아이콘 툴링(예를 들어, 유지 구조를 UV 경화성 폴리머 층으로 엠보싱하기 위한 몰드)으로 제조될 수 있고, 이와 같이 현재 대규모로 제조될 수 있다.

[0014] 제1 뷰(101)에 도시된 바와 같이, 보안 문서(105)가 문서의 표면이 좌표계(115)에서 제1 시야각 범위  $\theta_1 \rightarrow \theta_2$  내의 값들을 차지하도록 배향될 때, 마이크로 광학 보안 디바이스(110)의 아이콘 구조들 및 초점 요소들은 대조되는 제2 컬러의 다각형 필드에서 제1 컬러의 한 쌍의 타원들을 포함하는 2-컬러 제1 합성 이미지(120)를 투영한다. 도 1a 및 도 1b의 예에 도시된 바와 같이, 뷰어는 보안 문서(105)가 제2 뷰(151)에 도시된 제2 시야각 범위  $\theta_2 \rightarrow \theta_3$ 에 들어갈 때까지 제1 시야각 범위  $\theta_1 \rightarrow \theta_2$ 를 통해 보안 문서(105)를 기울인다. 이 예에서 한 쌍의 타원들은 문서가 제1 시야각 범위에서 제2 시야각 범위로 이동할 때 "차단(shut off)"되고 제2 뷰(151)에 도시된 것처럼 마이크로 광학 시스템은 이 예시적인 예에서 대조되는 제2 컬러의 다각형 필드인 제2 합성 이미지를 투영한다. 따라서, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 시스템은 디바이스가 시야각 범위들 사이에서 이동할 때 하나의 합성 이미지에서 다른 합성 이미지로의 선명한 전환을 제공한다.

[0015] 도 1a-b는 2 컬러 합성 이미지에서 단일 컬러 이미지로의 전환의 예를 제공하지만, 본 개시에 따른 실시예는 이에 제한되지 않으며, 시야각의 더 많은 컬러들 및 범위들을 포함하는 추가 실시예가 가능하고 본 개시의 고려된 범위 내이다. 또한, 아이콘 층 스택의 다중 층들의 컬러 아이콘들이 동일한 컬러인 실시예가 가능하고(포커싱 요소들이 제1 깊이의 아이콘들을 포커싱하는 것에서 제2 깊이의 아이콘들을 포커싱하는 것으로 전환함에 따라 흥미로운 모션 효과 생성), 본 개시의 고려된 범위 내이다.

[0016] 도 2a-2b는 마이크로 광학 보안 디바이스 내에서 위상 정렬을 달성하는 것과 관련된 기술적 과제에 대한 양태를 배경으로 도시한다.

[0017] 도 2a 및 도 2b의 예시적인 예에서, 마이크로 광학 셀(200)의 제1 뷰(201)(도 2a에 도시됨) 및 제2 뷰(251)(도 2b에 도시됨)가 도시된다. 마이크로 광학 보안 디바이스는 복수(일반적으로 수백만 개 이상)의 마이크로 광학 셀들을 포함한다. 기본 레벨에서, 마이크로 광학 셀은 포커싱 요소 및 포커싱 요소의 초점 영역들("포트프린트"라고 함) 내의 하나 이상의 아이콘 구조들을 포함한다. 도 2a 및 도 2b의 설명적인 예에서, 마이크로 광학 셀(200)은 이 예에서 평-볼록(plano-convex) 마이크로렌즈인 포커싱 요소(205)를 포함한다. 반사 초점 요소(즉,

매우 작은 곡면 거울) 및 구배-인덱스("GRIN") 렌즈를 제한 없이 포함하는 다른 초점 요소들이 가능하다.

[0018] 이 예에서, 마이크로 광학 셀(200)은 컬러 재료의 아이콘들(213)이 형성될 수 있는 유지 구조(예를 들어, 유지 구조(211))를 포함하는 이미지 아이콘 층(210)을 더 포함한다. 아이콘(213)이 포커싱 요소(205)에 의해 뷰어에게 투영되는 각도  $\theta_a$ 는 포커싱 요소(205)의 풋프린트(좌측 및 우측 경계들(217a 및 217b)에 의해 도시됨) 내의 그의 위치에 의존한다. 제2 뷰(251)를 참조하여 도시된 바와 같이, 포커싱 요소(205)의 풋프린트에 대한 아이콘 위치의 작은 시프트(253)는 아이콘(213)이 뷰어에게 투영되는 각도  $\theta_c$ 의 변화로 해석된다. 대규모로 제조될 때, 포커싱 요소의 풋프린트에 대한 이미지 아이콘 층(210)의 유지 구조의 등록(registration)에서의 약간의 변화는 일반적으로 불가피하다. 특정 실제 어플리케이션에서 초점 요소들 간의 등록 변화는 렌즈 어레이의 렌즈들의 피치(pitch) 정도일 수 있다.

[0019] 단일 이미지 아이콘 층을 가진 마이크로 광학 보안 디바이스의 콘텍스트에서, 포커싱 요소에 대한 이미지 아이콘 층의 등록의 변화는 최종 사용자에게 특정 합성 이미지가 뷰어에게 투영되는 각도 범위의 변화로 나타날 수 있다. 단일 아이콘 층을 사용하는 많은 어플리케이션에서, 특정 합성 이미지가 나타나는 시야각의 이러한 변화는 사용자가 특정 합성 이미지가 나타나는 시야각을 찾기 위해 보안 문서를 "가지고 놀아야(play around)" 할 수도 있다는 점에서 문제가 되지 않거나 기껏해야 약간의 불편함이다. 두 개 이상의 아이콘 층들이 적층된 마이크로 광학 보안 디바이스의 콘텍스트에서, 상술한 등록 변동은 아이콘 층들의 컬러 아이콘들이 서로 등록되는 정도의 변동으로 해석된다. 아이콘 간(inter-icon) 레이어 등록의 이러한 변동은 시야각 범위의 변화에 따라 마이크로 광학 보안 디바이스에 의해 투영된 합성 이미지의 흐릿하거나 "부드러운(soft)" 변화로 나타날 수 있다. 예를 들어, 도 1a 및 도 1b의 비제한적인 예를 참조하여 설명된 제1 합성 이미지(120)에서 제2 합성 이미지(155)로의 선명한 전환 대신, 마이크로 광학 시스템은 중간 범위의 각도에 걸쳐 제1 및 제2 합성 이미지의 구성 요소를 동시에 투영할 수 있다. 층-간(inter-layer) 등록 문제의 범위와 성격에 따라, 투영된 이미지는 점진적인 컬러 시프트 효과(정의된 "온-오프(on-off)" 또는 "플리커" 효과와 반대) 또는 두 개 이상의 컬러들의 흐릿한 혼합 또는 시각적 불협화음으로 다양하게 나타날 수 있으며, 서로 다른 아이콘 층들의 서로 다른 컬러들은 서로에 대한 각도 관계없이 투영된다.

[0020] 도 3a, 3b 및 3c는 본 개시의 다양한 실시예에 따른, 위상 정렬된 이미지 층들을 갖는 보안 문서 및 마이크로 광학 보안 디바이스의 예를 도시한다. 편의상, 도 3c 내지 도 3c 중 하나 이상에 공통적인 구조는 동일하게 넘버링된다.

[0021] 도 3a의 비제한적인 예를 참조하면, 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스(301)의 예가 도면에 도시되어 있다.

[0022] 도 3a의 비제한적인 예를 참조하면, 마이크로 광학 보안 디바이스(301)는, 기본 레벨에서, 포커싱 요소들(305) (예를 들어, 포커싱 요소(307) 포함)의 평면 어레이, 및 제1 이미지 아이콘 층(320)(예를 들어, 이미지 아이콘(321)을 포함) 및 제2 이미지 아이콘 층(323)(예를 들어, 이미지 아이콘(324) 포함)을 포함하는 아이콘 층 스택(308)을 포함한다. 다양한 실시예에 따르면, 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이의 각각의 포커싱 요소는 풋프린트를 갖는다. 또한, 포커싱 요소들의 평면 어레이는 제1 이미지 아이콘 층(320) 또는 제2 이미지 아이콘 층(323)의 배열의 하나 이상의 이미지 아이콘들이 위치하는 하나 이상의 셀들을 포함한다. 또한, 아이콘 층 스택(308)은 제1 이미지 아이콘 레이어(320)의 컬러 이미지 아이콘들과 제2 이미지 아이콘 층(323)의 컬러 이미지 아이콘들이 위상 정렬된 적어도 하나의 영역을 포함한다. 특정 실시예에서, 이미지 아이콘들(예를 들어, 이미지 아이콘들(321 또는 324))의 위치들은 엠보싱 후 경화되어 컬러 재료가 선택적으로 증착될 수 있는 공극, 기둥 또는 메사와 같은 구조들을 갖는 이미지 아이콘 층을 형성하는 UV 경화성 수지와 같은 실질적으로 투명한 재료로 만들어진 유지 구조 내의 위치들에 대응한다. 일부 실시예에 따르면, 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이의 개별 포커싱 요소들은 하나 이상의 로컬 반복 주기(local repeat period)들에서 배치된다. 본 개시에서 사용된 바와 같이, "로컬 반복 주기"라는 용어는 마이크로 광학 보안 디바이스(301)의 층의 특정 피치가 관심 영역 내에서 얼마나 자주 반복되는지에 대한 표현을 포함한다. 예를 들어, 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 한 영역에서 밀리미터당 50개의 렌즈들, 시스템의 다른 부분에서 밀리미터당 49개의 렌즈들의 로컬 반복 주기를 가질 수 있다. 유사하게, 제1 이미지 아이콘 층(320) 내의 컬러 아이콘들은 예를 들어 마이크로 광학 보안 디바이스(301)의 한 부분에서 밀리미터당 51개의 아이콘들의 로컬 반복 주기를 가질 수 있고, 마이크로 광학 보안 디바이스(301)의 다른 영역에서 밀리미터당 49.5개의 아이콘들의 로컬 반복 주기를 가질 수 있다. 아이콘 구조들에 대한 포커싱 요소들의 로컬 반복 주기의 비율을 변경함으로써 포커싱 요소들에 의해 투영된 아이콘 구조들의 합성 이미지들의 외관의 양태가 조정될 수 있다. 예를 들어, 마이크로 광학 보안 디바이스(301)의 평면에 대한 합성 이미지의 겉보

기 위치는 아이콘 구조의 로컬 반복 주기에 대한 포커싱 요소들의 로컬 반복 주기의 비율을 통해 변경되어 합성 이미지가 마이크로 광학 보안 디바이스(301)의 평면 위에 떠 있는 것처럼 보이거나 마이크로 광학 보안 디바이스(301)의 평면 아래에 위치하는 것처럼 보일 수 있다(때때로 "딥(deep)" 또는 "슈퍼딥(superdeep)" 효과라고도 함). 유사하게, 특정 실시예에서, 컬러 아이콘 구조들의 로컬 반복 주기에 대한 포커싱 요소들의 로컬 반복 주기의 비율은 그 자체로 로컬로 변경되어 합성 이미지를 보다 3차원적으로 보이게 할 수 있다.

[0023] 특정 실시예에 따르면, 복수의 포커싱 요소들(305)은 마이크로 광학 포커싱 요소들의 평면 어레이를 포함한다. 일부 실시예에서, 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 서로 다른 굴절률의 영역들(예를 들어, 폴리머 렌즈 재료와 공기) 사이에 만곡된 계면을 제공하는 렌즈 표면을 갖는 마이크로 광학 굴절 포커싱 요소들(예를 들어, 평-볼록 또는 GRIN 마이크로렌즈)을 포함한다. 포커싱 요소(들)305의 평면 어레이의 굴절 포커싱 요소들은 일부 실시예에서 1.35 내지 2.05 범위의 굴절률을 갖는 광 경화된 수지로 제조되고 5 $\mu$ m 내지 200 $\mu$ m 범위의 직경을 갖는다. 다양한 실시예에서, 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 5 $\mu$ m 내지 50 $\mu$ m 범위의 직경을 갖는 반사 포커싱 요소(예를 들어, 매우 작은 오목 거울)들을 포함한다. 이 예시적인 예에서, 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 원형 평-볼록 렌즈를 포함하는 것으로 도시되지만, 다른 굴절 렌즈 지오메트리, 예를 들어 렌티큘러(lenticular) 렌즈가 가능하고 이는 본 개시의 고려된 범위 내에 있다.

[0024] 도 3a의 예시적인 예에 도시된 바와 같이, 제1 아이콘 층(320)은 방향성 경화 각도(directional curing angle) 범위와 연관된 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이의 포커싱 요소들의 풋프린트 내의 위치들에 배치된 이미지 아이콘들(이미지 아이콘(321) 포함)의 세트를 포함한다. 다양한 실시예에 따르면, 제1 아이콘 층(320)의 개별 이미지 아이콘들은 실질적으로 투명한 재료로 형성된 구조화된 이미지 아이콘 층의 유지 구조들에 의해 정의되는 일부 또는 모든 공간들의 방향성 경화 재료의 영역을 포함한다. 본 개시에서 사용된 바와 같이, "구조화된 이미지 층(structured image layer)"이라는 용어는 엠보싱되거나 그렇지 않으면 이미지 아이콘 재료를 배치하고 유지하기 위한 구조(예를 들어, 리세스, 기둥, 그루브 또는 메사)들을 포함하도록 형성된 실질적으로 투명한 재료(예를 들어, 광 경화성 수지)의 층을 포함한다.

[0025] 도 3a의 예시적인 예에 도시된 바와 같이, 특정 실시예에서, 마이크로 광학 보안 디바이스(301)는 광학 스페이서(310)를 포함한다. 다양한 실시예에 따르면, 광학 스페이서(310)는 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이의 포커싱 요소들의 초점 평면 주위에 아이콘 층 스택(308)의 이미지 아이콘들의 하나 이상의 배열의 이미지 아이콘들을 배치시키도록 작동하는 실질적으로 투명한 재료의 필름을 포함한다. 본 개시에 따른 특정 실시예에서, 광학 스페이서(310)는 하나 이상의 광 경화성 재료 층들이 그 위에 도포되고, 엠보싱되고, 플러드 경화되어(flood cured) 유지 구조를 형성할 수 있는 제조 기재를 포함한다. 특정 실시예에서, 제1 아이콘 층(320)을 형성하기 위해 사용되는 광 경화성 재료는 착색된, 자외선(UV) 경화성 폴리머이다. 본 개시에 따른 다양한 실시예에서, 광학 스페이서(310)는 포커싱 요소들과 아이콘 층 스택(308) 사이에 투명한 UV 경화성 폴리머(예를 들어, 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이의 포커싱 요소들을 만드는 데 사용되는 폴리머)의 적용된 중간 층을 포함한다.

[0026] 본 개시에 따른 특정 실시예에서, 마이크로 광학 보안 디바이스(301)는 밀봉 층(340)을 포함한다. 특정 실시예에 따르면, 밀봉 층(340)은 하부 표면에서 초점 요소들(305)의 평면 어레이의 초점 요소들과 인터페이스하는 실질적으로 투명한 얇은(예를 들어, 2 $\mu$ m 내지 50 $\mu$ m 두께의 층) 재료를 포함하고, 포커싱 요소(305)의 평면 어레이보다 곡률의 변화가 적은(예를 들어, 매끄럽게 하거나 국부적인 기복(local undulation)이 초점 요소보다 더 큰 곡률 반경을 갖는 표면을 가짐으로써) 상부 표면을 포함한다.

[0027] 도 3a의 비제한적인 예에 도시된 바와 같이, 특정 실시예에서, 마이크로 광학 보안 디바이스(301)는 예를 들어 접착층(330)에 의해 기재(350)에 부착되어 보안 문서(360)(예를 들어, 도 1a-b의 보안 문서(105))를 형성할 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 기재(350)는 통화지 시트 또는 폴리머의 기재일 수 있다. 일부 실시예에 따르면, 기재(350)는 2축 배향된 폴리프로필렌(BOPP) 폴리머 필름의 얇고 유연한 시트이다. 다양한 실시예에서, 기재(350)는 TESLIN®과 같은 합성 종이 재료의 섹션이다. 일부 실시예에 따르면, 기재(350)는 신용 카드 및 운전 면허증을 제조하기에 적합한 유형의 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 블랭크와 같은 폴리머의 카드 재료의 섹션이다. 특정 실시예에서, 기재(350)는 병, 보안 문서, 또는 스마트폰 또는 컴퓨터와 같은 고가 상품과 같은 제품의 표면을 포함한다.

[0028] 도 3a는 제1 아이콘 층(320) 및 제2 이미지 아이콘 층(323) 모두가 실질적으로 투명한 재료로 구성된 구조화된 이미지 아이콘 층 내에 형성되는 마이크로 광학 보안 디바이스(301)의 예를 도시하지만, 본 개시에 따른 실시예는 이에 제한되지 않는다. 유지 구조를 생성하기 위해 광 경화성 재료의 얇은 층을 엠보싱하는 틀을 생성하는

기술이 성숙하고 마이크로 광학 보안 디바이스의 대규모 생산을 위한 틀과 통합되었지만, 이미지 아이콘을 생성하기 위한 다른 기술이 가능하고 본 개시의 다양한 실시예에 따라 위상 정렬된 아이콘 층을 갖는 마이크로 광학 보안 디바이스에서 구조화된 아이콘 층과 함께 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 개시에 따른 특정 실시예에서, 이미지 아이콘들의 배열 또는 이미지 아이콘들의 제2 배열은 디지털 틀링 방법을 사용하여 생성될 수 있다. 본 개시에서 사용된 바와 같이, 디지털 틀링은 구성 구조(constituent structure)(예를 들어, 이미지 아이콘 또는 포커싱 요소)를 형성하고 배치하는 데 사용되는 전자 틀에 대한 제어 로직(예를 들어, 프린터용 G-CODE 파일)을 정의함으로써 마이크로 광학 보안 디바이스의 구성 구조를 제조하기 위한 방법을 포함한다. 본 개시의 도 5 및 도 8의 예시적인 예를 참조하여 더 상세히 논의된 바와 같이, 특정 실시예에 따르면, 이미지 아이콘들의 제1 또는 제2 배열의 이미지 아이콘들은 디지털 틀링을 사용하여 표면 실장 아이콘으로서 생성될 수 있다.

[0029] 본 개시의 다양한 실시예에 따른 디지털 틀링의 또 다른 예로서, 하나 이상의 디지털 제어 UV 프로젝터는 표면 실장 이미지 아이콘들을 생성하기 위해 투명 또는 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료의 층에 자외선 패턴(예를 들어, 마이크로 광학 보안 디바이스에 의해 투여되는 합성 이미지의 전체 또는 일부에 대응하는 마스크 파일)을 투영할 수 있다. 특정 실시예에서, 하나 이상의 UV 프로젝터는 포커싱 요소들의 층을 통해 패턴 자외선을 투영함으로써 경화되지 않은 광 경화성 재료의 부분을 방향성으로 경화시킨다. 다양한 실시예에서, 디지털 방식으로 제어되는 UV 프로젝터 대신에, UV 광의 패턴은 래스터된(rastered) UV 레이저 빔에 의해 경화되지 않은 재료 상에 투영될 수 있다.

[0030] 도 3b의 비제한적인 예를 참조하면, 이 특정 예에서, 제1 이미지 아이콘 층(320)은 도 3a에서와 동일한 구성을 가지며, 여기서 이미지 아이콘은 이 특정 예에서 엠보싱되고 경화된 폴리머 층의 층을 포함하는 유지 구조에 의해 정의된 공간 내에 배치된 컬러 재료의 영역으로서 형성된다. 특정 실시예에 따르면, 제1 이미지 아이콘 층(320) 내의 유지 구조들이 제1 컬러의 광 경화성 액체 재료로 채워진 다음, 방향성 경화되어, 광 경화성 재료의 일부는 고체 상태로 경화되는 반면, 광 경화성 재료의 다른 부분은 액체 상태로 남아 있고 예를 들어 세척에 의해 유지 구조로부터 제거될 수 있다.

[0031] 본 개시에서 사용된 바와 같이, 용어 "방향성 경화(directional curing)"는 마이크로 광학 보안 디바이스에 의해 제공될 합성 이미지에 기초한 패턴으로 구조화 또는 반구조화 광(예를 들어, 시준된 광)을 합성 이미지에 대한 의도된 시야각 범위와 연관된 위치에 배치된 소스(또는 복수의 소스들)로부터 포커싱 요소들의 어레이의 요소들을 향해 투영하여, 시야각과 연관된 이미지 아이콘 층의 위치들을 점유하는 경화되지 않은 재료 상에 포커싱 요소들에 의해 광이 포커싱되도록 한다. 다시 말해서, 그리고 예를 들어 본 개시의 도 6a 내지 도 6i의 설명적인 예를 통해 설명되는 바와 같이, 시야각 범위와 연관되고 포커싱 요소들의 어레이(예를 들어, 도 3a의 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이)의 포커싱 요소들에 의해 포커싱되는 소스로부터의 광의 초점 경로를 따라 경화되지 않은 재료가 경화되고, 포커싱 요소들에 의해 포커싱되는 방향성 경화 광의 초점 경로 외부의 위치에 있는 경화되지 않은 재료는 경화되지 않은 채로 남아 있다.

[0032] 특정 실시예에 따르면, 유지 구조들로부터 제1 컬러의 경화되지 않은 재료를 세척한 후, 다른 컬러 또는 다른 시야각과 연관된 방향성 경화 재료의 추가 반복이 수행된다. 도 3b의 예시적인 예에서, 제1 이미지 아이콘 층(320) 형성의 마지막 단계는 (적어도 인간의 눈에는) 거의 또는 전혀 보이지 않는 실질적으로 투명한 광 경화성 재료로 개방된 공간(예를 들어, 경화된 착색 재료가 차지하지 않는 영역)을 채우는 것이다. 특정 실시예에 따르면, 실질적으로 투명한 재료의 층은 전자 현미경과 같은 이미징 장비로 검출될 수 있다.

[0033] 특정 실시예에 따르면, 도 3b의 비제한적인 예를 참조하면, 아이콘들(예를 들어, 표면 실장 아이콘(326)), 또는 제2 이미지 아이콘 층(328)의 경화된 컬러 재료의 체적들은 본 명세서에 기술된 적어도 2가지 방법에 의해 제1 이미지 아이콘 층(320)의 표면 상에 형성될 수 있다.

[0034] 특정 실시예에 따르면, 제1 이미지 아이콘 층(320)의 표면 상에 표면 실장 아이콘들을 생성하는 하나의 방법에서, 제1 이미지 아이콘 층(320)은 유지 구조들의 세트를 먼저 생성함으로써, 예를 들어 광 경화성 폴리머의 층을 엠보싱 및 플러드-경화(flood-curing)함으로써 형성된다. 다양한 실시양태에서, 제2 단계에서, 유지 구조들은 그 후 경화되지 않은 실질적으로 투명한 광경화성 재료로 채워지며, 그 초과분은 유지 구조들로부터 닥터 블레이드로 제거(doctor bladed off)되고, 유지 구조들 내의 재료는 시야각의 제1 범위와 연관된 방향성 경화 광의 패턴을 사용하여 방향성 경화되어, 제1 시야각 범위와 연관된 경화된 실질적으로 투명한 재료의 제1 이미지 아이콘 층(320) 내에 영역들을 생성한다. 후속적으로, 경화되지 않은 실질적으로 투명한 광 경화성 재료가 유지 구조들로부터 세척되고, 여전히 이용 가능한 유지 구조들이 제1 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료로 채워지거나 코팅되고, 그 초과분은 유지 구조들로부터 닥터 블레이드로 제거되고, 나머지 재료는 포커싱 요소들(305)의 평면 어레이에 대

해 원위에 실질적으로 평평한 외부 표면을 갖는 플러드 경화되어 제1 아이콘 층(320)을 완성한다. 특정 실시예에 따르면, 제1 아이콘 층(320)을 형성하는 제2 단계에서와 같이 제2 컬러의 경화되지 않은 광 재료가 외부 표면에 도포되고 제1 시야각 범위와 관련된 광을 사용하여 방향성 경화된다. 방향성 경화에 이어서, 제2 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료는 외부 표면으로부터 세척되고, 제2 아이콘 층(328)의 표면 실장 아이콘들은 제1 아이콘 층의 외부 표면 상에 남아있다.

[0035] 특정 실시예에 따르면, 표면 실장 이미지 아이콘들의 제2 아이콘 층(328)을 형성하는 다른 방법은 전술한 바와 같이 제1 아이콘 층(320)을 생성하는 단계, 및 제2 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료 층을 적용하는 단계를 포함한다. 제2 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료는 제1 컬러의 재료가 경화된 제1 각도 범위에 보각(complementary angle)으로 패턴화된 광을 사용하여 방향성 경화된다. 이러한 방식으로, 제1 컬러의 컬러 재료의 합성 이미지들이 포커싱 요소들을 통해 투영되는 각도 범위와 제2 컬러의 컬러 재료의 합성 이미지들이 포커싱 요소들을 통해 투영되는 각도 범위 사이의 제어된 분리가 얻어질 수 있다.

[0036] 도 3c는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스(301)의 예를 도시한다.

[0037] 표면 실장 아이콘을 포함하는 이미지 아이콘 층이 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하는 다른 이미지 아이콘에 비해 포커싱 요소들의 어레이에서 멀리 떨어져 있는 본 개시에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예를 도시한 도 3b의 예시적인 예에 추가하여, 도 3c는 표면 실장 이미지 아이콘들의 층이 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하는 아이콘 층에 비해 포커싱 요소에 근접한 마이크로 광학 보안 디바이스(301)의 예를 도시한다.

[0038] 도 3c의 비제한적인 예를 참조하면, 제1 아이콘 층(327)은 제1 시야각 범위에 걸쳐 광을 제공하도록 배치된 구조화된 광 소스로부터의 제1 합성 이미지와 연관된 광의 패턴으로 제1 컬러의 경화되지 않은 착색 재료 층을 방향성으로 경화함으로써 광학 스페이서(310)의 측 상에 형성된 복수의 표면 실장 이미지 아이콘들(표면 실장 이미지 아이콘들(329) 포함)을 포함한다. 이 예시적인 예에서, 방향성 경화에 이어, 제1 컬러의 경화되지 않은 재료가 제거되고, 선택적으로, 제1 또는 다른 컬러의 방향성 경화 재료를 통해 다른 컬러 또는 다른 시야각과 관련된 표면 실장 아이콘들의 후속 세트가 형성된다. 광학 스페이서(310)의 표면으로부터 경화되지 않은 컬러 재료가 제거되고, 실질적으로 투명한 재료의 층이 표면 실장된 이미지 아이콘들 사이의 공간을 채우고 제2 이미지 아이콘 층(323)이 유지 구조들을 포함하는 이미지 아이콘 층으로서 형성될 수 있는 평평한 표면을 생성하기 위해 적용된다. 다양한 실시예에 따르면, 실질적으로 투명한 재료의 층이 제1 아이콘 층(327)의 실질적으로 투명한 재료가 제2 이미지 아이콘 층(323)의 유지 구조와 일체가 되도록 적용된다.

[0039] 일부 실시예에서, 제2 이미지 아이콘 층(323)의 유지 구조들은 제2 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료로 채워지고, 그 후 과잉의 경화되지 않은 재료를 제거하기 위해 닥터 블레이드된다. 제2 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료는 제1 시야각 범위와 연관된 광 패턴으로 방향성 경화되고, 제2 컬러의 경화되지 않은 재료는 세척된다. 아이콘 층 스택(308)에 대해 지정된 층들의 수에 따라, 일부 실시예에서, 아이콘 층 스택(308)을 제조하는 프로세스는 임의의 추가 충전/경화 동작 없이 여기서 종료될 수 있다.

[0040] 도 4a 및 도 4b는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스(예를 들어, 도 1a-b의 마이크로 광학 보안 디바이스(110))의 적층된 아이콘 층들의 기여(contribution)의 양태를 도시한다. 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스는 아이콘 층 스택들을 포함하고, 이는 다중 컬러 합성 이미지를 포함하되 이에 국한되지 않는 독특하고 매력적인 광학 효과를 제공하는 합성 이미지들을 투영하기 위해 포커싱 요소들의 어레이에 의해 확대되며, 아이콘 층 스택들의 각 층이 마이크로 광학 보안 디바이스에 의해 제공되는 합성 이미지에 기여하는 시야각 범위를 엄격하게 제어한다. 본 명세서의 다른 곳에서 논의된 바와 같이, 본 개시의 일부 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스는 위상 정렬된 이미지 아이콘 층들을 갖는 아이콘 스택들을 포함한다.

[0041] 도 4a 및 도 4b의 예시적인 예를 참조하면, 제1 시야각 범위( $\theta_1 \rightarrow \theta_2$ ) 및 제2 시야각 범위( $\theta_2 \rightarrow \theta_3$ )에 걸쳐 시스템에 의해 투영된 합성 이미지들에 대한 제1 이미지 아이콘 층(예를 들어, 도 3a의 제1 아이콘 층(320)) 및 제2 이미지 아이콘 층(예를 들어, 도 3b의 제2 아이콘 층(328))의 기여가 도면에 도시되어 있다. 상호 참조의 편의를 위해, 도 4의 예에서 뷰어에게 마이크로 광학 보안 디바이스에 의해 투영된 합성 이미지는 도 1a-b의 예시적인 예에 도시된 합성 이미지에 대응한다. 즉, 제1 시야각 범위 내의 각도에서 보았을 때, 마이크로 광학 장치는 제2 컬러의 배경 상에 제1 컬러의 한 쌍의 타원들을 투영한다. 이 비제한적인 예에서, 시야각은 제1 시야각 범위에서 제2 시야각 범위로 교차하고, 제1 컬러의 이미지 아이콘들을 포함하는 제1 이미지 아이콘 층의 아이콘들과 제2 컬러의 이미지 아이콘들을 포함하는 제2 이미지 아이콘 층의 아이콘들 사이의 위상 정렬 덕분에

컬러 타원들은 "스위치 오프되고" 제2 컬러의 합성 이미지로 대체된다.

- [0042] 도 4a-b에 도시된 바와 같이, 마이크로 광학 보안 디바이스를 제1 시야각의 범위( $\theta_1 \rightarrow \theta_2$ ) 내의 각도에서 볼 때, 디바이스의 포커싱 요소들은 제1 컬러의 경화된 재료의 방향성 체적을 포함하는 제1 아이콘 층의 영역들을 투영하여, 제1 이미지 아이콘 층이 합성 이미지에서 제1 타원(401a) 및 제2 타원(401b)으로서 시각적인 영역에 기여하도록 한다. 특정 실시예에 따르면, 타원들(401a, 401b)과 연관된 패턴의 제1 아이콘 층에서 제1 컬러의 경화되지 않은 재료를 방향성 경화시키는 것 외에, 제2 아이콘 층의 경화되지 않은 실질적으로 투명한 재료는 제1 시야각 범위와 연관된 초점 경로들로부터의 제2 컬러의 컬러 재료를 제외하고 또한 타원들(401a 및 401b)과 연관된 패턴에서 방향성 경화되어, 제2 아이콘 층의 대응하는 영역들(403a, 403b)이 크로스-토크(cross-talk)하거나 타원들(401a, 401b)을 생성하는 제1 아이콘 층의 영역들과 간섭하지 않도록 보장한다.
- [0043] 마찬가지로 제2 시야각 범위( $\theta_2 \rightarrow \theta_3$ )의 경우, 특정 실시예에서, 경화되지 않은 실질적으로 투명한 재료가 제1 층에 적용되고 제2 시야각 범위와 연관된 광원으로부터 방향성 경화되어, 이에 의해 제2 시야각 범위에서 마이크로 광학 보안 디바이스에 의해 투영된 합성 이미지에 대한 제1 아이콘 층의 기여(405)가 없음을 보장한다. 즉, 일부 실시예에서, 제2 시야각 범위와 연관된 각도를 따라 마이크로 광학 보안 디바이스로 또는 그 외부로 통과하는 빛의 초점 경로들과 연관된 위치들의 제1 아이콘 층에는 컬러 재료가 없다.
- [0044] 추가적으로, 제2 시야각 범위( $\theta_2 \rightarrow \theta_3$ )에 대해, 본 개시에 따른 다양한 실시예에서, 제2 컬러의 경화되지 않은 재료의 체적은 제2 시야각 범위와 관련된 소스로부터 제공되는 구조화된 광으로 방향성 경화된다. 이와 같이, 제2 시야각 범위에서, 제2 이미지 아이콘 층은 합성 이미지(407)를 투영하는데, 그 구성요소는 제2 이미지 아이콘 층에서 단독으로 그려진다.
- [0045] 도 4a-b는 아이콘 층 스택의 층에서 제1 컬러의 컬러 재료를 방향성 경화시키고 동일한 시야각 범위에서 제2 아이콘 층의 무색 재료를 방향성 경화함으로써 생성된 단일 "폴리커" 효과를 제공하는 마이크로 광학 보안 디바이스를 참조하여 설명되었지만, 본 개시에 따른 실시예는 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 특정 실시예에서, 아이콘 층의 위상들을 제어하기 위한 기술과 이미지 아이콘 스택의 각 층에 있는 컬러 재료가 합성에 기여하는 시야각을 적용하여 다양한 효과를 생성할 수 있다. 예를 들어, 특정 실시예에서, 합성 이미지의 한 부분은 도 4를 참조하여 설명된 것과 같이 위상 정렬을 나타낼 수 있고, 여기서 시야각이 제1 시야각 범위를 벗어난 직후에 하나의 컬러가 "차단"되고, 반면 합성 이미지의 다른 부분은 약간의 위상 오정렬을 나타내며 컬러는 시야각에 따라 변한다. 추가적으로, 특정 실시예에서, 그리고 도 3b를 참조하여 논의된 바와 같이, 제1 이미지 아이콘 층의 컬러 재료를 방향성 경화에 사용되는 제1 시야각 범위에 대한 상보적인 시야각 범위에서 제2 이미지 아이콘 층의 경화되지 않은 재료를 방향성 경화함으로써 제1 이미지 아이콘 층의 컬러 재료와 제2 이미지 아이콘 층의 컬러 재료 사이의 위상 정렬이 달성될 수 있다.
- [0046] 도 5a 내지 도 5c는 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 셀에 표면 실장 이미지 아이콘을 형성하는 양태를 다수의 관점들에서 도시한다.
- [0047] 본 개시에 따른 특정 실시예에서 표면 실장 이미지 아이콘을 형성하기 위해, 구조화된 광은 포커싱 요소들의 평면 어레이의 포커싱 요소들의 렌즈 표면에서 미리 결정된 시야각 범위에 대응하는 투영 각도로부터 투영되고, 구조화된 광은 포커싱 요소들의 평면 어레이의 포커싱 요소들의 풋프린트 내의 경화되지 않은 광 경화성 재료의 영역 상에 포커싱 요소들의 평면 어레이의 포커싱 요소들에 의해 포커싱된다. 후속적으로, 경화되지 않은 광 경화성 재료는 제거되거나(예를 들어, 스프레이 세척으로) 화학적으로 비활성화되어, 광 경화성 재료의 경화된 영역만이 미리 결정된 시야각 범위에서 포커싱 요소를 통해 볼 수 있다. 이러한 방식으로, 컬러 재료의 경화된 체적(예를 들어, 이미지 아이콘) 또는 실질적으로 투명한 재료(예를 들어, 아이콘 층 스택의 다른 층에 있는 컬러 아이콘의 기여를 방해할 수 있는 위치에서 컬러 재료를 제외하기 위해)는 마이크로 광학 보안 디바이스의 표면에 형성될 수 있다.
- [0048] 도 5a-c의 비제한적인 예를 참조하면, 광학 스페이서(503)의 일부에 위치되는 굴절 포커싱 요소(501)의 측면도(도 5c), 저면도(도 5a) 및 각진 도면(도 5b)이 제공된다. 이 예시적인 예에서, 포커싱 요소(501)의 렌즈 표면(510)은 굴절률이 다른 영역들(예를 들어, 공기 및 굴절률이 1보다 큰 폴리머) 사이의 곡선 경계를 정의하며, 이는 경화 광을 렌즈의 풋프린트 내의 위치로 가이드하여, 표면 실장 이미지 아이콘(521)을 형성하기 위해 제1 컬러의 광 경화성 재료의 체적을 경화한다.
- [0049] 특정 실시예에 따르면, 포커싱 요소(501)는 광학 스페이서(503)에 부착되고 광학 스페이서(503)의 표면에 대해 고정된 관계를 갖는다. 특정 실시예에서, 포커싱 요소(501)와 광학 스페이서(503)의 표면 사이의 고정된 관계는

광학 스페이서(503)에 광 경화성 재료의 층을 적용하고, 광 경화성 재료 층을 엠보싱하여 렌즈 표면을 형성하고, 재료를 제자리에서(in situ) 경화시킴으로써 달성된다. 일부 실시예에서, 포커싱 요소(501)와 광학 스페이서(503)의 표면 사이의 고정된 관계는 광 경화성 재료의 공통 층으로부터 포커싱 요소(501) 및 광학 스페이서를 모두 형성하고, 형성된 층을 경화시켜 통합된 포커싱 요소-광학 스페이서 조합을 생성함으로써 달성된다.

[0050] 포커싱 요소(501)는 풋프린트(505)와 연관되어, 포커싱 요소(501)가 포커싱 요소(501)에 의해 이미지 아이콘이 투영될 수 있는 충분한 선명도(sharpness)로 빛을 포커싱할 수 있는 영역을 정의한다. 도 5a 내지 도 5c의 예에 도시된 바와 같이, 풋프린트(505)는 공간의 3차원 영역일 수 있으며, 이에 따라 아이콘 층 스택의 다중 층들의 아이콘들이 풋프린트(505)의 공간을 차지할 수 있다. 일부 실시예에 따르면, 풋프린트(505)는 포커싱 요소(501)의 둘레와 같은 공간에 있다. 일부 실시예에 따르면, 풋프린트(505)는 포커싱 요소(501)의 둘레보다 작다. 특정 실시예에서, 풋프린트(505)는 포커싱 요소(501)의 둘레보다 더 큰 영역을 기술한다.

[0051] 도 5a-c의 예시적인 예에 도시된 바와 같이, 도 5a-c에 도시된 셀과 같은 합성 이미지와 관련된 구조화된 광(예를 들어, 시준된 광, 프로젝터로부터의 광 또는 다른 포커싱 요소들의 어레이를 통과한 광)은  $\theta_c$ 로 도시된 미리 결정된 시야각과 관련된 각도(또는 각도 범위)로 포커싱 요소(501)의 렌즈 표면에 투영된다. 포커싱 요소(501)의 렌즈 작용은 풋프린트(505) 내의 초점 경로(520)를 따라 입사를 포커싱한다. 구조화된 광을 시스템에 적용하기 전에 광학 스페이서(503)의 바닥 표면에 경화되지 않은 광 경화성 컬러(또는 실질적으로 투명한 광 경화성) 재료 층을 적용함으로써, 구조화된 광의 후속 적용은 초점 경로(520) 내의 광 경화성 재료의 부분이 경화되도록 하는 반면, 초점 경로(520) 외부의 광 경화성 재료의 부분은 경화되지 않은 채로 남아 제거될 수 있다. 따라서, 표면 실장 이미지 아이콘(521)은 포커싱 요소(501)의 풋프린트(505) 내의 표면 상에 형성될 수 있다.

[0052] 도 6a 내지 도 6i는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다. 상호 참조의 편의를 위해, 도 6a 내지 도 6i 중 하나 이상에 공통적인 요소는 유사하게 번호가 넘버링된다.

[0053] 도 6a의 비제한적인 예를 참조하면, 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이의 섹션이 도면에 도시되어 있다. 도면에 도시된 바와 같은 일부 실시예에서, 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 평-볼록 마이크로렌즈들이다. 일부 실시예에서, 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 반사 포커싱 요소, 또는 상이한 굴절 구조들(예를 들어, GRIN 렌즈)이다. 도면에 도시된 바와 같이, 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 로컬 반복 주기  $P_1$ 를 가지며, 이는 도면에 도시된 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이의 섹션에서 유사한 크기의 포커싱 요소의 패턴들이 반복되는 거리에 대응한다.

[0054] 특정 실시예에서, 각도  $\theta_a$ 로, 또는  $\theta_a$ 를 포함하는 시야각 범위로 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이에 투영된 광은 포커싱 요소들(603)의 평면 어레이의 구성 요소들에 의해 포커싱되고, 복수의 초점 경로들(610)(예를 들어, 초점 경로(611) 포함)를 따라 광학 스페이서(605) 및 마이크로 광학 보안 디바이스의 후속 층들(예를 들어, 아이콘 층 스택)을 통과한다.

[0055] 특정 실시예에 따르면, 마이크로 광학 보안 디바이스는 포커싱 요소들 및 아이콘 층 스택(예를 들어, 도 3a의 아이콘 층 스택(308))이 형성될 수 있는 폴리에틸렌 또는 폴리에스테르 필름과 같은 실질적으로 투명한 재료의 시트를 포함하는 광학 스페이서(605)를 포함한다. 일부 실시예에 따르면, 광학 스페이서(605)는 초점 요소들(601)의 평면 어레이와 같은 마이크로 광학 보안 디바이스의 다른 구조를 생성하는 데 사용되는 실질적으로 투명한 광 경화성 폴리머의 중간 층을 포함한다. 본 개시에 따른 다양한 실시예에서, 광학 스페이서(605)는 이축 배향된 폴리프로필렌(BOPP), 폴리카보네이트, 폴리비닐 클로라이드(PVC), 또는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 필름의 섹션을 포함한다.

[0056] 도 6b는 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다. 도 6b의 예시적인 예를 참조하면, 아이콘 층 스택(예를 들어, 도 3a의 아이콘 층 스택(308))의 제1 아이콘 층을 생성하는 초기 단계가 도면에 도시되어 있다. 특정 실시예에 따르면, 복수의 유지 구조들(607)이 광학 스페이서(605)의 하부에 형성된다. 이 설명적인 예에서, 복수의 유지 구조들(607)은 실질적으로 투명한 재료의 층(도면에서 점들로 채워진 것으로 도시된)에 형성된 한 세트의 양각들 또는 리세스들을 포함한다. 도면에 도시된 바와 같이, 복수의 유지 구조들(607)은 도 6b에 도시된 마이크로 광학 보안 디바이스의 섹션에서 로컬 반복 주기  $P_2$ 를 갖는다. 본 개시내용에 따른 특정 실시예에서, 아이콘 층 스택의 제1 아이콘 층의 유지 구조들의 로컬 반복 주기  $P_2$ 는 아이콘 층에 따라 다르며, 제1 아이콘 층에 의해 투영된 합성 이미지의 구성요소들이 마이크로 광학 보안 디바이

스의 물리적 표면에 대해 다른 높이들로 나타나도록 한다.

- [0057] 일부 실시예에 따르면, 복수의 유지 구조들(607)는 제1 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료(609)로 채워진다.
- [0058] 도 6c는 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다.
- [0059] 도 6c의 비제한적인 예를 참조하면, 이미지 아이콘 스택의 제1 이미지 아이콘 층에 의해 투영될 합성 이미지의 구성요소와 연관된 구조화된 광은 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이에서 투영되고, 광학 스페이서(605), 복수의 유지 구조들(607) 및 제1 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료의 체적들(609)을 통과한다. 이 비제한적인 예에 나타난 바와 같이, 광학 스페이서(605)를 통과하는 광의 초점 경로들은 제1 컬러의 경화되지 않은 광 재료의 체적 전체를 포함하지 않는다. 예를 들어, 제1 유지 구조(608) 내의 제1 컬러의 광 경화성 재료(609) 중, 제1 부분(613a)은 초점 경로(611) 외부에 있는 반면, 제2 부분(613b)은 초점 경로(611) 내에 위치한다. 일부 실시예에 따르면, 제1 부분(613a)은 초점 경로(611)를 따라 통과하는 경화 광에 의해 경화되지 않는 반면, 초점 경로(611) 내에 놓인 제2 부분(613b)은 초점 경로(611)를 따라 통과하는 광에 의해 경화된다. 유사하게, 제1 컬러의 광 경화성 재료의 제3 체적(613c)은 초점 경로(611) 및 인접한 초점 경로의 완전히 외부에 놓여 있고 경화되지 않은 채로 남아 있다.
- [0060] 도 6d는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다.
- [0061] 이 예시적인 예에서 볼 수 있듯이, 제1 시야각 범위로부터의 구조화된 광(예를 들어, 도 6c의 복수의 초점 경로들(610)를 따라 진행되는 광)으로 제1 컬러의 광 경화성 재료를 방향성 경화시킨 후, 경화되지 않은 재료는 복수의 유지 구조들(607)로부터 제거되어, 초점 경로들(611)에 있었던 복수의 유지 구조들(613)의 공간들에 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들만 남겨진다. 예를 들어, 부분들(613a, 613c)의 경화되지 않은 재료의 체적들이 방향성 경화 후에 제거되는 동안, 제2 부분(613b)은 복수의 유지 구조들(607)에서 제자리에 남겨진다.
- [0062] 도 6e는 본 개시의 일부 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다. 도 6e의 예시적인 예를 참조하면, 특정 초점 경로들(예를 들어, 도 6c의 초점 경로(611))과 연관된 복수의 유지 구조들(607) 내의 위치들에 경화된 재료의 체적들(예를 들어, 제2 부분(613b))을 "고정(lock in)"하는 것을 돕기 위해, 유지 구조들(607)의 채워지지 않은 나머지 영역들은 실질적으로 투명한 재료(예를 들어, 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이를 형성하기 위해 엠보싱 및 경화에 적합한 UV 경화성 폴리머)로 채워진다. 특정 실시예에 따르면, 방향성으로 경화된 재료에 의해 이미 채워지지 않은 공간들을 채우기 위해 유지 구조들에 추가된 실질적으로 투명한 재료는 실질적으로 투명한 유지 구조들과 추가의 실질적으로 투명한 재료 사이에 계면 영역들(예를 들어, 계면 영역(615))을 생성한다. 인간의 눈에는 보이지 않지만, 실질적으로 투명한 재료의 이러한 영역들 사이의 경계를 포함하는 계면 영역은 전자 현미경으로 볼 수 있다.
- [0063] 본 개시에 따른 특정 실시예에서, 복수의 유지 구조들(607)의 채워지지 않은 영역에 실질적으로 투명한 재료의 추가는 제1 아이콘 층(620)의 구성을 완료하고, 그 위에 아이콘 층 스택의 제2 이상의 아이콘 층이 형성될 수 있다.
- [0064] 도 6f는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다.
- [0065] 특정 실시예에 따르면, 다층(즉, 두 개 이상의 층들) 아이콘 층 스택의 제2 층이 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이에 대해 원위인 제1 아이콘 층(620)의 표면 상에 형성된다. 도 6f의 비제한적인 예에 도시된 바와 같이, 제2 복수의 유지 구조들(631)이 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이에 대해 원위인 제1 아이콘 층(620)의 표면에 형성된다(예를 들어, 실질적으로 투명한 UV 경화성 재료의 층을 엠보싱하고 후속적으로 경화함으로써).
- [0066] 도 6f의 비제한적인 예를 참조하면, 제2 복수의 유지 구조들(631)의 리세스들은 경화되지 않은 실질적으로 투명한 광 경화성 재료(633)의 체적들로 채워진다. 경화되지 않은 실질적으로 투명한 광 경화성 재료(633)는 그 다음 제1 아이콘 층(620)에서 제1 컬러의 광 경화성 재료를 경화시키는 데 사용된 광과 마찬가지로, 아이콘 층 스택의 구조들을 통해 복수의 초점 경로(610)를 따라 이동하는 광으로 방향성 경화된다. 도 6f의 예에 도시된 바와 같이, 경화되지 않은 실질적으로 투명한 광 경화성 재료의 체적들은 복수의 초점 경로들(610)의 초점 경로와 일치하는 제2의 복수의 유지 구조들(631) 내의 위치들에서 경화된다. 예를 들어, 제1 체적(635a)을 점유하는 광 경화성 재료는 초점 경로(611)를 따라 이동하는 광에 의해 경화되는 반면, 초점 경로(611) 외부에 있는 광 경화성 재료 점유 위치(635b)는 경화되지 않은 채로 남아 있다.
- [0067] 도 6g는 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다. 특정 실시예에 따르면, 제2 복수의 유지 구조들(631)에서 경화되지 않은 실질적으로 투명한 광 경화성 재료(633)가 제거된다.

실질적으로 투명한 광 경화성 재료가 제1 시야각 범위와 연관된 위치들(예를 들어, 복수의 초점 경로들(610) 상의 위치들)에서 경화됨에 따라, 추가 재료(예를 들어, 제2 컬러의 광 경화성 재료)는 제1 복수의 초점 경로들을 따라 아이콘 층 스택을 통과하는 광의 초점 경로들 외부의 시야각과 관련된 위치들에서 제2 복수의 유지 구조들에만 추가될 수 있다. 이러한 방식으로, 본 개시에 따른 특정 실시예는 상이한 아이콘 층들의 컬러 아이콘 사이의 위상 정렬을 달성할 수 있다. 다르게 말하면, 본 개시에 따른 다양한 실시예에서, 제2 복수의 유지 구조들(631)에서 경화된 실질적으로 투명한 재료의 체적들은 위치들을 점유하고, 이는 다른 컬러의 재료에 접근할 수 있는 경우 제1 아이콘 층(620)에서 컬러 재료의 경화된 체적들(예를 들어, 제2 부분(613b))과 크로스-토크할 수 있다. 그러나, 경화된 실질적으로 투명한 재료의 체적들(예를 들어, 제1 체적(635a))은 복수의 초점 경로들(610)로부터 컬러 재료를 배제하도록 작동한다.

[0068] 도 6h는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다.

[0069] 도 6h의 비제한적인 예를 참조하면, 경화되지 않은 실질적으로 투명한 광 경화성 재료(633)의 체적들을 방향성으로 경화하고 복수의 초점 경로들(610) 외부의 경화되지 않은 재료를 제거한 후, 제2 복수의 유지 구조들(631)의 채워지지 않은 공간들(즉, 제1 시야각 범위가 아닌 시야각 범위의 초점 경로들과 관련된 위치들)은 제2 컬러의 경화되지 않은 재료의 체적들로 채워지고, 경화되어 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들(예를 들어, 제1 체적(637a) 및 제2 체적(637b))을 생성한다. 이와 같이, 제1 아이콘 층(620)의 상부에 제2 아이콘 층(640)이 형성된다.

[0070] 도 6h의 예시적인 예에 도시된 바와 같이, 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들 도면에 도시된 마이크로 광학 보안 디바이스의 작은 섹션에서 로컬 반복 주기  $P_{C1}$ 로 배치되고, 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들은 도 6h에 도시된 마이크로 광학 보안 디바이스의 슬리버(silver)에서 로컬 반복 주기  $P_{C2}$ 로 배치된다. 본 개시에 따른 특정 실시예에서, 제1 컬러의 재료의 경화된 체적들 및 제2 컬러의 경화된 체적들의 로컬 반복 주기들은 마이크로 광학 보안 디바이스의 공간에 걸쳐 변할 수 있다.

[0071] 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스가 두 개의 층들 및 두 개의 컬러들만을 포함하는 시스템을 참조하여 도 6a-6h에서 설명되었지만, 본 개시에 따른 실시예는 이에 제한되지 않으며, 아이콘 층 스택이 추가 층을 포함하고, 각각의 층이 다중 시야각과 관련된 다중 컬러의 경화된 재료의 체적을 포함하는 추가 실시예가 가능하고 본 개시의 고려된 범위 내에 있다. 달리 말하면, 도 6h의 마이크로 광학 보안 시스템의 작동 및 구조적 양태는 아이콘 컬러, 아이콘 층 수 및 특정 합성 이미지와 관련된 시야각 범위의 수를 포함하는 다차원에 걸쳐 확장 가능하다.

[0072] 도 6i는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다.

[0073] 도 6i의 비제한적인 예를 참조하면, 도 6h의 예에 예시된 구조는 제1 아이콘 층(620)에 있는 제1 컬러의 재료의 경화된 체적들이 제2 아이콘 층(640)에 있는 제2 컬러의 재료의 경화된 체적들과 어떻게 위상 정렬되는지를 설명하는 데 도움이 되도록 도면 상에 중첩된 복수의 초점 경로들(610)만을 갖는 것으로 다시 도시된다.

[0074] 도 6a 내지 도 6i의 예시적인 예에서, 제1 컬러의 합성 이미지가 시야각이 복수의 초점 경로들(610)과 연관된 시야각의 범위에 들어갈 때 플리커되거나 갑자기 "꺼지고" 시야각이 복수의 초점 경로들(610)과 연관된 시야각 범위를 벗어날 때 갑자기 "꺼지고" 이 지점에서 제2 컬러의 제2 합성 이미지가 마이크로 광학 시스템에 의해 투영된다. 따라서, 본 개시에 따른 특정 실시예에서, 제1 아이콘 층의 온-오프 주기는 제2 아이콘 층의 오프-온 주기로 단계적이다. 다양한 실시예에 따르면, 제1 아이콘 층(620)에 의해 투영된 합성 이미지의 출현과 제2 아이콘 층(640)에 의해 투영된 합성 이미지의 소멸 사이의 이러한 동시성(synchronicity)은 제1 층의 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들과 제2 층의 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들의 위상 정렬에 의해 촉진된다. 도 6i는 그러한 위상 정렬의 비제한적인 예를 제공한다.

[0075] 도 6i에 도시된 바와 같이, 제1 아이콘 층(620)의 제2 부분(613b)은 초점 경로(611)의 왼쪽 에지에 의해 경계가 지정되고, 따라서 제1 시야각 범위 내의 시야각에서 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이에 의해 투영된다. 유사하게, 제2 아이콘 층(640)의 제1 체적(637a)은 초점 경로(611)의 왼쪽 에지와 접하지만 교차하지 않는다. 따라서, 제1 체적(637a)은 제1 시야각 범위 내의 시야각에서 포커싱 요소들의 평면 어레이에 의해 투영되지 않는다. 하지만, 제2 부분(613b) 및 제1 체적(637a)의 위치들이 초점 경로(611)의 왼쪽 에지와 정렬되기 때문에, 제1 시야각 범위 안팎으로 교차하는 것은 제1 아이콘 층(620)에 의해 투영된 합성 이미지와 제2 아이콘 층(640)에 의해 투영된 합성 이미지 사이의 선명한 전환을 초래한다.

- [0076] 숙련된 기술자는 본 개시에 따른 특정 실시예에서 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 아이콘 구조의 양태를 예시하기 위해 도시된 포커싱 요소들, 아이콘 스택 및 광학 스페이스의 상대적인 두께가 도 6a 내지 도 6i의 예시와 다르다는 것을 이해할 것이다.
- [0077] 도 7은 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다.
- [0078] 도 7의 비제한적인 예를 참조하면, 본 개시에 따른 특정 실시예에서, 하나의 이미지 아이콘 층의 실질적으로 투명한 유지 구조들은 다른 층의 실질적으로 투명한 재료의 체적들 통합될 수 있다. 도 7의 예시적인 예에서, 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 섹션(700)이 도면에 도시되어 있다. 도면에 도시된 바와 같이, 섹션(700)은 포커싱 요소들(701)의 평면 어레이(예를 들어, 도 6a의 포커싱 요소들(601)의 평면 어레이), 광학 스페이스(703)(예를 들어, 도 6a의 광학 스페이스(605)), 제1 아이콘 층(705) 및 제2 아이콘 층(710)을 포함한다. 특정 실시예에 따르면, 제1 아이콘 층(705)은 제1 시야각 또는 시야각 범위와 연관된 광원으로부터 섹션(700)을 통과하는 구조화된 광의 초점 경로들과 연관된 유지 구조들의 위치들을 점유하는 제1 컬러의 방향성 경화 재료의 체적들(예를 들어, 제1 체적(715a))을 유지하는 복수의 유지 구조들을 포함한다. 일부 실시예에서, 제2 이미지 아이콘 층 및 제1 아이콘 층(705)의 컬러 재료 사이의 위상 정렬을 달성하는 것을 돕기 위해, 실질적으로 투명한 재료는 제1 컬러의 방향성 경화 재료로 채워지지 않은 제1 아이콘 층(705)의 유지 구조 영역들을 채우는 데 사용된다.
- [0079] 본 개시내용의 도 6e 및 6f의 비제한적인 예를 참조하여 설명된 바와 같이, 특정 실시예에서, 컬러 재료의 영역들은 방향성 경화되고, 이미지 아이콘 층의 채워지지 않은 영역들을 채우기 위해 실질적으로 투명한 재료가 적용되어 경화되고, 다음 이미지 아이콘 층의 유지 구조들은 일부 실시예에서 세 개의 개별 단계들로 적용된다. 그러나 도 7의 예시적인 예에서, 제1 아이콘 층(705)의 유지 구조들이 생성되고(예를 들어, 실질적으로 투명한 광 경화성 폴리머를 엠보싱 및 경화함으로써), 제1 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료로 채워진다. 제1 컬러의 과잉 광 경화성 재료가 유지 구조로부터 닥터 블레이드된 후, 방향성 경화되어 제1 아이콘 층(705) 내에 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들을 생성한다. 일부 실시예에서, 제1 컬러의 경화되지 않은 재료가 세척된 후, 경화되지 않은 실질적으로 투명한 광 경화성 재료의 층이 제1 아이콘 층(705)의 채워지지 않은 영역들을 채우도록 적용되고, 엠보싱되어 제2 아이콘 층(710)의 유지 구조들을 형성한 다음, 경화될 수 있다. 이러한 실시예에 따르면, 제2 아이콘 층(710)의 실질적으로 투명한 유지 구조들은 제1 아이콘 층(705)의 부분들과 통합되고, 제1 아이콘 층(705) 및 제2 아이콘 층(710)을 가로지르는 단일 "구형파(square wave)" 형태의 중간 층(720)을 형성한다. 본 개시에 따른 특정 실시예에서, 제2 아이콘 층(710)의 유지 구조들은 제2 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료로 채워진다. 제2 컬러의 초과 광 경화성 재료가 제거한 후(예를 들어, 닥터 블레이딩에 의해), 제2 컬러의 광 경화성 재료는 제2 시야각 범위와 관련된 패턴 광으로 방향성 경화되고, 그 외부에서는 경화되지 않는다. 마이크로 광학 장치의 사양에 따라(예를 들어, 두 개의 층의 아이콘 층 스택만 지정된 경우), 제조 공정은 제2 아이콘 층(710)으로부터 제2 컬러의 경화되지 않은 재료를 세척함으로써 종료된다. 대안적으로, 일부 실시예에서, 실질적으로 투명한 재료의 추가 "구형파"가 제2 아이콘 층(710) 모두와 통합되고 제3 아이콘 층을 생성하기 위한 표면(예를 들어, 유지 구조들 또는 표면 실장 아이콘들이 형성될 수 있는 평평한 표면)을 제공한다(도면에 도시되지 않음).
- [0080] 실시예에 따라, 하나의 이미지 아이콘 층의 실질적으로 투명한 영역들을 다른 이미지 아이콘 층의 유지 구조들과 단일 중간 층으로 통합하면 유리하게 제조 프로세스를 단순화할 수 있으며, 제1 아이콘 층(705)의 실질적으로 투명한 재료와 제2 아이콘 층(710)의 실질적으로 투명한 유지 구조들 사이의 계면 영역의 일부를 제거한다.
- [0081] 도 8a 및 8b는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다. 상호 참조의 편의를 위해, 도 8a 및 8b 모두에 공통된 구조에는 동일한 넘버링된다.
- [0082] 도 8a의 비제한적인 예를 참조하면, 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 섹션(800)이 도면에 도시되어 있다. 특정 실시예에 따르면, 섹션(800)은 포커싱 요소들(801)의 평면 어레이(예를 들어, 도 3a의 포커싱 요소들(307)의 평면 어레이), 광학 스페이스(803)(예를 들어, 도 7의 광학 스페이스(703)), 제1 아이콘 층(805), 및 제2 아이콘 층(810)(예를 들어, 도 7의 제2 아이콘 층(710))을 포함한다. 마이크로 광학 보안 디바이스의 섹션(800)은 중간 층(820)(예를 들어, 도 7의 중간 층(720))을 더 포함하고, 여기서 제1 아이콘 층(805)의 실질적으로 투명한 재료는 제2 아이콘 층(810)의 실질적으로 투명한 유지 구조들과 일체로 만들어진다.
- [0083] 도 8a의 예시적인 예에 도시된 바와 같이, 제1 아이콘 층(805)은 실질적으로 투명하거나 컬러 광의 체적들을 위치시키기 위한 유지 구조들을 포함하지 않는다. 따라서, 제1 컬러의 광 경화성 재료의 체적들(예를 들어, 제1

체적(815a)을 포함함)을 포함하는 아이콘 구조들은 표면 실장 이미지 아이콘들이다. 다양한 실시예에 따르면, 제1 아이콘 층(805)의 아이콘 구조들은 제1 컬러의 경화되지 않은 광 경화성 재료의 도포된 층의 부분을 방향성으로 경화함으로써 생성된다(예를 들어, 본 개시의 도 5a-b의 예를 참조하여 도시된 방법에 따라).

[0084] 도 8b는 제1 시야각 범위에 대응하는 각도(또는 각도 범위)로 섹션(800)에 광을 투영하는 하나 이상의 소스로부터 복수의 초점 경로(830) 구조화된 광을 보여줌으로써 도 8a의 마이크로 광학 보안 디바이스의 섹션(800)의 추가적인 구조적 양태를 도시한다. 도 8b의 비제한적인 예를 참조하면, 본 개시에 따른 특정 실시예에서, 표면 실장 이미지 아이콘들(예를 들어, 제1 체적(815a))은 유지 구조들에 형성된 아이콘들과 위상 정렬될 수 있다. 이 비제한적인 예에 도시된 바와 같이, 제2 아이콘 층(810)에 있는 제1 체적(815a)의 왼쪽 에지와 제2 체적(815b)의 오른쪽 에지 모두는 초점 경로(831)의 왼쪽 에지에 의해 경계가 지정된다. 따라서, 제1 시야각 범위 내의 시야각에서, 제2 아이콘 층(810)의 컬러 재료는 마이크로 광학 시스템에 의해 투영된 합성 이미지에 기여하지 않는다. 그러나, 예를 들어, 제1 체적(815a)과 제2 체적(815b) 사이의 위상 정렬 때문에, 마이크로 광학 시스템은 시야각이 복수의 초점 경로(830)와 관련된 제1 시야각 범위를 벗어날 때 제1 아이콘 층(805)의 재료를 투영하는 것에서 제2 아이콘 층(810)의 재료를 투영하는 것으로 선명하게 "전환"한다.

[0085] 도 8b의 예시적인 예를 참조하면, 본 개시에 따른 특정 실시예는 마이크로 광학 보안 시스템의 설계에 유연성을 제공한다. 본 개시에서 이전에 언급된 바와 같이, 아이콘 층을 형성하는 일부로서 유지 구조들을 사용하는 것은 여러 면에서 개선되고 마이크로 광학 보안 디바이스의 대규모 생산에 적합하게 만들어진 성숙한 기술이다. 동시에, 디지털 툴링과 구조물 유지를 위한 틀을 만들 필요 없이 아이콘 구조의 생성은 구조를 유지하기 위한 새 주형을 만드는 것과 관련된 재정비 비용 없이 최종 제품의 아이콘 구조를 변경할 수 있는 기능 및 추가 컬러 아이콘 구조를 위해 아이콘 레이어의 영역을 "비워둘 수 있는(freeing up)" 기능을 포함하되 이에 제한되지 않는 새로운 가능성을 제공한다. 도 8b의 비제한적인 예에 도시된 바와 같이, 제1 체적(815a)은 초점 경로(831)의 전체 폭을 차지한다. 대조적으로, 유사한 폭의 컬러 아이콘은 이 예에서 유지 구조들의 간격이 주어지면 제2 아이콘 층(810)에 형성될 수 없다. 특정 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 마이크로 광학 시스템은 마이크로 광학 보안 디바이스의 설계자 및 제조업체가 이미지 아이콘 스택의 층에서 물리적 툴링(즉, 구조 유지 구조 사용)과 디지털 툴링(즉, 표면 실장 아이콘 제조)을 혼합할 수 있도록 하고, 따라서 디지털 툴링의 유연성과 물리적 툴링의 사용의 편리함 및 축적된 전문 지식을 모두 누릴 수 있다.

[0086] 본 개시의 도 6a-6i 및 도 7에서와 같이, 숙련된 기술자는 도 8a 및 8b의 설명적인 예에서, 도면은 아이콘 구조를 강조하기 위해 그려졌으며 이 도면에서 나머지 마이크로 광학 장치에 대한 아이콘 층 스택의 두께는 특정 설계 디바이스의 두께와 다를 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0087] 도 9는 본 개시의 다양한 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 구조적 양태를 도시한다.

[0088] 도 9의 예시적인 예를 참조하면, 마이크로 광학 보안 디바이스(900)의 예(900)는 본 개시의 특정 실시예에 따라 마이크로 광학 보안 디바이스(900)의 나머지 부분에 대한 2 층 아이콘 층 스택의 비율을 예시하기 위해 제공된다.

[0089] 특정 실시예에 따르면, 마이크로 광학 보안 디바이스(900)는 포커싱 요소들(901)의 평면 어레이(예를 들어, 도 6a의 포커싱 요소(603)의 평면 어레이), 광학 스페이서(903)(예를 들어, 도 3a의 광학 스페이서(310)), 및 제1 아이콘 층(907) 및 제2 아이콘 층(909)을 포함하는 아이콘 층 스택(905)을 포함한다. 다양한 실시예에서, 마이크로 광학 보안 디바이스(900)는 포커싱 요소들(901)의 평면 어레이의 포커싱 요소들이 제1 아이콘 층(907)과 제2 아이콘 층(909) 사이의 경계를 따라 평면(911)의 포인트에 광을 포커싱하도록 구성된다. 이러한 방식으로, 아이콘 층 스택(905)의 각 층의 구성요소는 마이크로 광학 보안 디바이스(900)에 의해 투영된 합성 이미지에서 동일하게 "초점에" 나타난다.

[0090] 본 개시에 따른 다양한 실시예에서, 마이크로 광학 보안 디바이스(900)는 제2 아이콘 층(909)의 외부로부터 포커싱 요소(901)의 평면 어레이의 외부까지 측정된 5 내지 500 미크론의 전체 두께(913)를 갖는다. 일부 실시예에서, 마이크로 광학 보안 디바이스(900)는 10 내지 200 미크론 범위의 전체 두께를 갖는다. 일부 실시예에서, 마이크로 광학 보안 디바이스(900)는 20 내지 60 미크론의 두께를 갖는다. 숙련된 기술자는 많은 실시예에서, 디바이스의 전체 두께는 마이크로 광학 보안 디바이스(900)의 최대 허용 두께, 제조 문제(예를 들어, 제조 프로세스의 단계 수), 최종 사용자의 광학 성능 요구 사항(예를 들어, 마이크로 광학 보안 디바이스(900)에 의해 제공될 시각 효과가 얼마나 상세하고 동적으로 요구되는지)을 포함하는 관심 있는 다양한 성능 파라미터들 사이의 균형을 반영한다는 것을 이해할 수 있다. 숙련된 기술자는 또한 마이크로 광학 보안 디바이스(900)의 전체 두께는 아이콘 층 스택(905)의 층 수, 포커싱 요소들(901)의 평면 어레이를 구성하는 데 사용되는 포커싱 요소들의

피치, 및 포커싱 요소들(901)의 평면 어레이를 구성하는 데 사용되는 재료의 굴절률을 포함하되 이에 제한되지 않는 다양한 인자에 따라 달라지며 5 내지 500 마이크로미터보다 더 두껍거나 더 얇은 실시예가 가능하고, 본 개시의 고려된 범위 내에 있다는 것을 이해할 수 있다. 마이크로 광학 보안 디바이스(900)의 전체 두께가 40 마이크로미터 정도인 특정 실시예들에 따르면, 2 층 이미지 아이콘 스택(905)은 3 마이크로미터 정도의 두께를 갖는다.

- [0091] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 복수의 초점 경로들을 따라 광을 포커싱하도록 구성된 마이크로렌즈들의 평면 어레이-여기서, 복수의 초점 경로들은 마이크로 광학 보안 디바이스의 시야각과 연관됨-, 및 복수의 초점 경로들을 따라 배치된 아이콘 층 스택을 포함하는 보안 디바이스를 포함한다. 다양한 실시예에 따르면, 아이콘 층 스택은 제1 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들 및 제1 시야각 범위의 제1의 초점 경로들 외부의 위치들에서 실질적으로 투명한 재료의 체적들을 포함하는 제1 아이콘 층을 포함한다. 아이콘 층 스택은 마이크로렌즈들의 평면 어레이에 대해 제1 아이콘 층 아래에 배치된 제2 아이콘 층을 더 포함한다. 제2 아이콘 층은 제1 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 실질적으로 투명한 경화된 재료의 체적들 및 제2 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들을 포함한다. 제1 아이콘 층 또는 제2 아이콘 층 중 적어도 하나는 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함한다.
- [0092] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하며, 여기서 제1 아이콘 층은 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 제2 아이콘 층은 제2 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함한다.
- [0093] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하며, 여기서 제1 아이콘 층이 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들은 표면 실장 아이콘들을 포함한다.
- [0094] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하며, 여기서 제2 아이콘 층은 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들은 표면 실장 아이콘들을 포함한다.
- [0095] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하며, 여기서 제2 컬러는 제1 컬러와 대비된다.
- [0096] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하며, 여기서 제2 컬러는 제1 컬러와 대비되지 않는다.
- [0097] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하며, 보안 디바이스는 마이크로렌즈들의 평면 어레이와 제1 아이콘 층 사이에 배치된 광학 스페이서를 더 포함한다.
- [0098] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하며, 여기서 제1 아이콘 층은 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 제1 시야각 범위의 초점 경로들 외부의 위치들에서 실질적으로 투명한 경화된 재료는 제2 아이콘 층과 통합된다.
- [0099] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 마이크로렌즈들의 평면 어레이는 마이크로렌즈들의 평면 어레이의 마이크로렌즈들이 제1 로컬 반복 주기로 배치되는 영역을 포함하고, 제1 아이콘 층은 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들이 제2 로컬 반복 주기로 배치되는 제2 영역을 포함하고, 제1 로컬 반복 주기 대 제2 로컬 반복 주기의 비는 마이크로렌즈들이 제1 시야각 범위에서 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영하기 위한 것이다.
- [0100] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 제2 아이콘 층은 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들이 제3 로컬 반복 주기로 배치되는 제3 영역을 포함하고, 제1 로컬 반복 주기 대 제3 로컬 반복 주기의 비는 마이크로렌즈들이 제2 시야각 범위에서 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영하기 위한 것이다.
- [0101] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 제1 시야각 범위는 마이크로 광학 보안 디바이스의 평면(예를 들어, 상사점)에 수직인 백터에 대응하는 각도를 포함한다.
- [0102] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 제1 시야각 범위의 초점 경로들 외부의 위치들에서 실질적으로 투명한 재료의 하나 이상의 체적들과 실질적으로 투명한 유지 구조들 사이에 배치된 하나

이상의 계면 영역들을 포함하는 보안 디바이스를 포함한다.

- [0103] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 제1 시야각 범위는 제2 시야각 범위에 연속적이며, 마이크로 광학 보안 디바이스는 제1 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 시야각이 제1 시야각 범위에서 제2 시야각 범위로 전환됨에 따라 사라지는 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영한다.
- [0104] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하며, 이는 복수의 초점 경로들을 따라 광을 포커싱하도록 구성된 포커싱 요소들의 평면 어레이-여기서, 복수의 초점 경로들은 마이크로 광학 보안 디바이스의 시야각과 연관됨-; 및 복수의 초점 경로들을 따라 배치된 아이콘 층 스택을 포함하고, 상기 아이콘 층 스택은: 제1 컬러의 방향성 경화된 재료의 체적들을 포함하는 제1 아이콘 층-여기서, 제1 컬러의 방향성 경화된 재료의 체적들은 마이크로 광학 보안 디바이스의 제1 시야각 범위와 연관됨-; 제2 시야각 범위의 초점 경로들을 따른 위치들에서 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들을 포함하는 제2 아이콘 층을 포함하고, 제1 아이콘 층 및 제2 아이콘 층 중 적어도 하나는 복수의 실질적으로 투명한 유지 구조들을 포함하고, 제2 시야각 범위는 제1 시야각 범위와 같은 공간에 있지 않다.
- [0105] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 마이크로 광학 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 제2 아이콘 층은 방향성 경화된 실질적으로 투명한 재료의 체적들을 더 포함하고, 방향성 경화된 실질적으로 투명한 재료의 체적들은 마이크로 광학 보안 디바이스의 제1 시야각 범위와 연관된다.
- [0106] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 마이크로 광학 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 제2 시야각 범위는 제1 시야각 범위에 상보적이다.
- [0107] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 마이크로 광학 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 제2 시야각 범위는 제1 시야각 범위에 인접하다.
- [0108] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 마이크로 광학 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 제2 시야각 범위는 제1 시야각 범위와 중첩된다.
- [0109] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 포커싱 요소들의 평면 어레이 또는 아이콘 층 스택 중 적어도 하나와 접촉하는 광학 스페이서를 더 포함하는 보안 디바이스를 포함한다.
- [0110] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하고, 여기서, 포커싱 요소들의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 반사 포커싱 요소들이다.
- [0111] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하고, 여기서, 포커싱 요소들의 평면 어레이의 포커싱 요소들은 굴절 포커싱 요소들이다.
- [0112] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하며, 여기서 제2 컬러는 제1 컬러와 대비된다.
- [0113] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 제2 컬러는 제1 컬러와 대비되지 않는다.
- [0114] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 포커싱 요소들의 평면 어레이는 포커싱 요소들의 평면 어레이의 포커싱 요소들이 제1 로컬 반복 주기로 배치되는 영역을 포함하고, 제1 아이콘 층은 제1 컬러의 경화된 재료의 체적들이 제2 로컬 반복 주기로 배치되는 제2 영역을 포함하고, 제1 로컬 반복 주기 대 제2 로컬 반복 주기의 비는 포커싱 요소들이 제1 시야각 범위에서 제1 컬러의 방향성 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영하도록 하기 위한 것이다.
- [0115] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 제2 아이콘 층은 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들이 제3 로컬 반복 주기로 배치되는 제3 영역을 포함하고, 제1 로컬 반복 주기 대 제3 로컬 반복 주기의 비는 포커싱 요소들이 제2 시야각 범위에서 제2 컬러의 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영하도록 하기 위한 것이다.
- [0116] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스를 포함하고, 여기서 제1 시야각 범위가 상사점을 포함한다.
- [0117] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 제1 시야각 범위의 초점 경로들 외부의 위

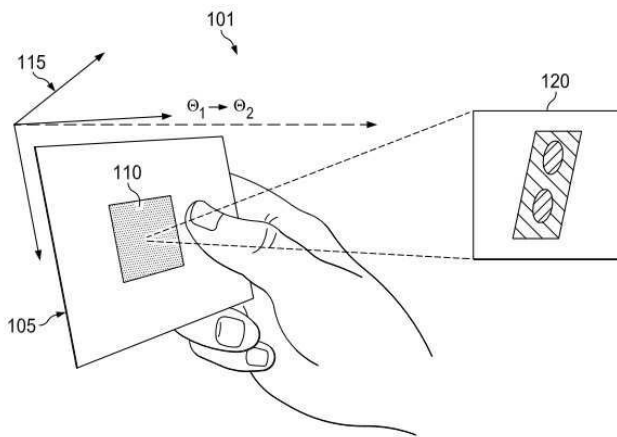
치들에서 실질적으로 투명한 재료의 체적들 중 하나 이상과 실질적으로 투명한 유지 구조들 사이에 배치된 하나 이상의 계면 영역들을 포함하는 보안 디바이스를 포함한다.

[0118] 본 개시의 특정 실시예에 따른 마이크로 광학 보안 디바이스의 예는 보안 디바이스가 포함하고, 여기서 제1 시야각 범위는 제2 시야각 범위에 연속적이며, 마이크로 광학 보안 디바이스는 시야각이 제1 시야각 범위에서 제2 시야각 범위로 전환됨에 따라 사라지는 제1 컬러의 방향성 경화된 재료의 체적들의 부분들의 합성 이미지를 투영한다.

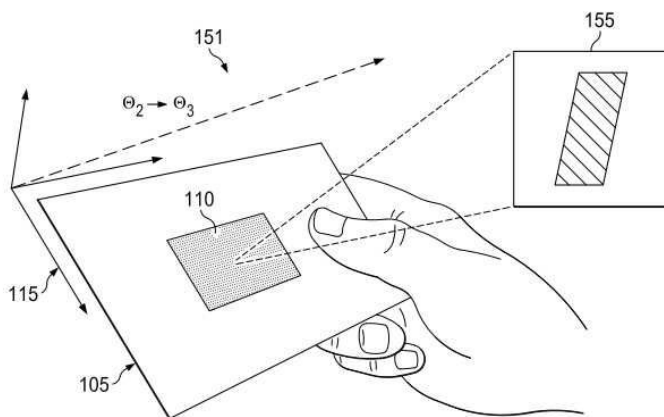
[0119] 본 개시는 임의의 특정 요소, 단계 또는 기능이 청구범위의 범위에 포함되어야 하는 필수 요소, 단계 또는 기능임을 암시하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 더욱이, 청구범위는 "를 위한 수단(means for)"라는 정확한 단어 뒤에 분사가 오지 않는 한 35 U.S.C. § 112(f)를 인용하도록 의도되지 않는다.

**도면**

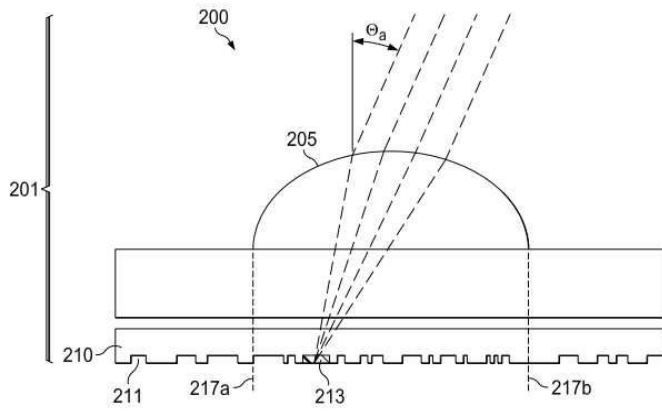
**도면1a**



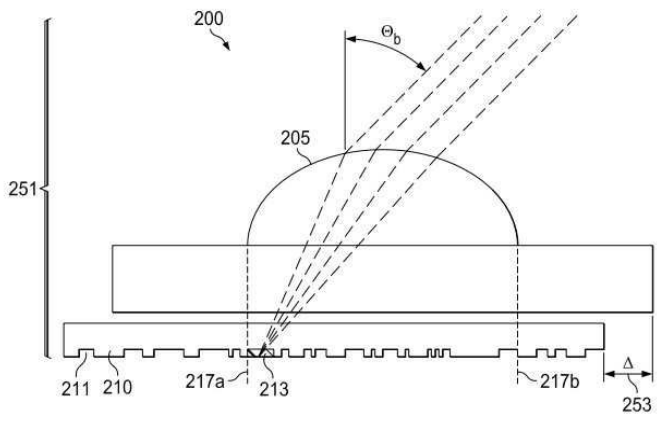
**도면1b**



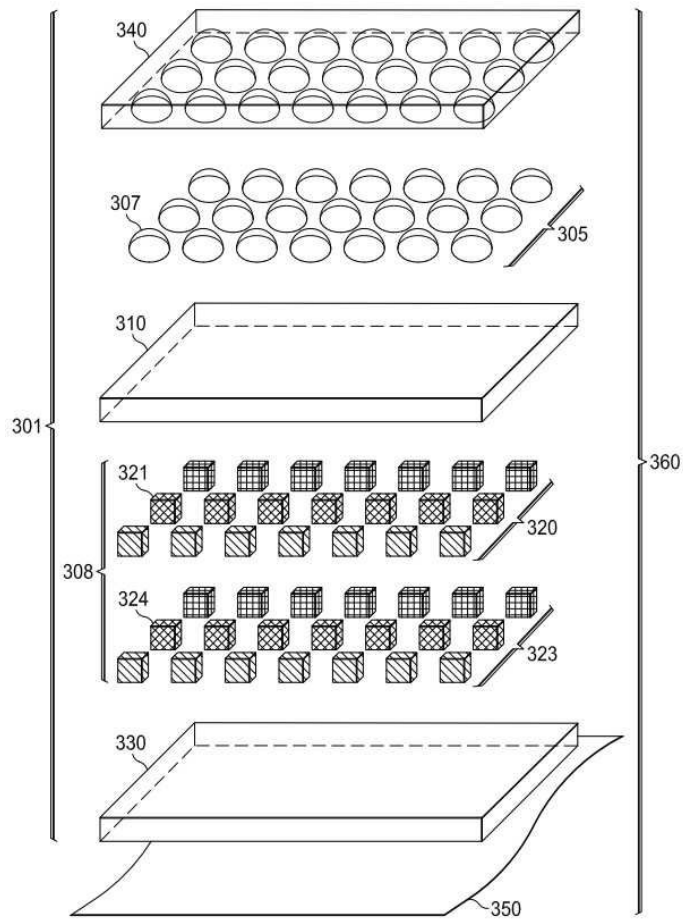
도면2a



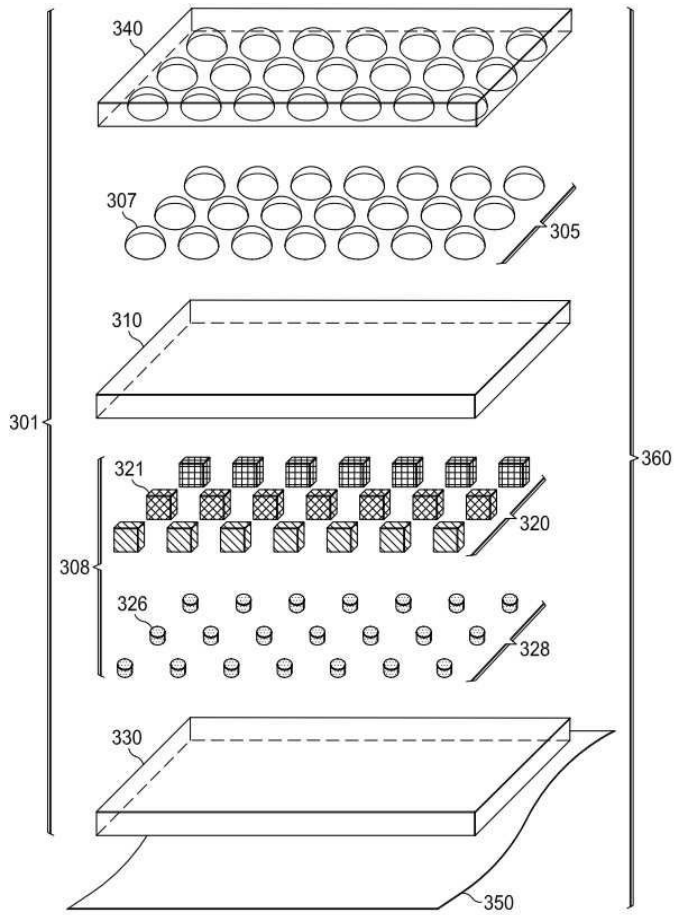
도면2b



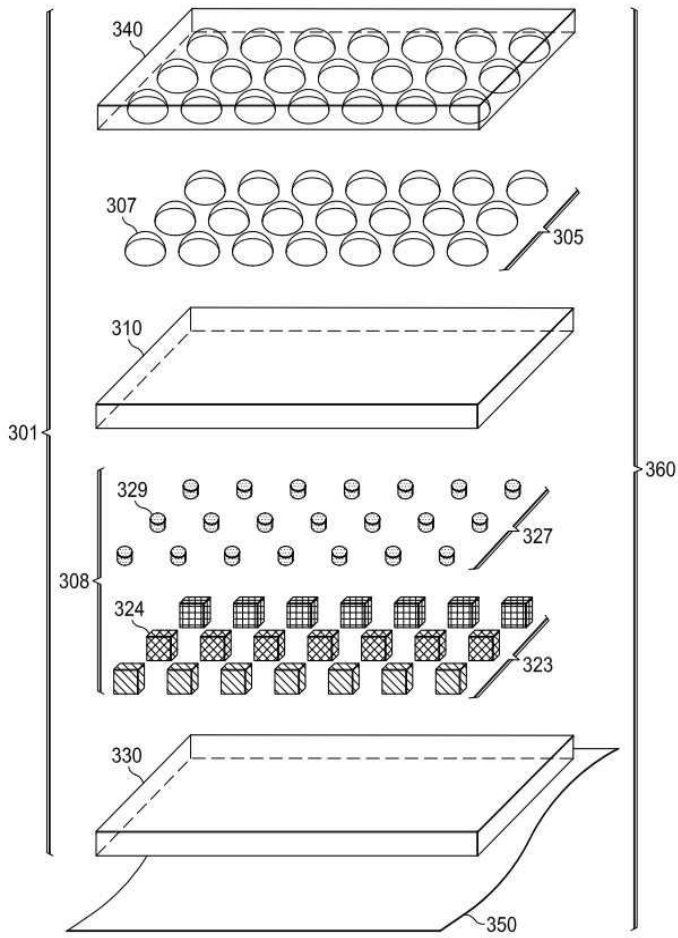
도면3a



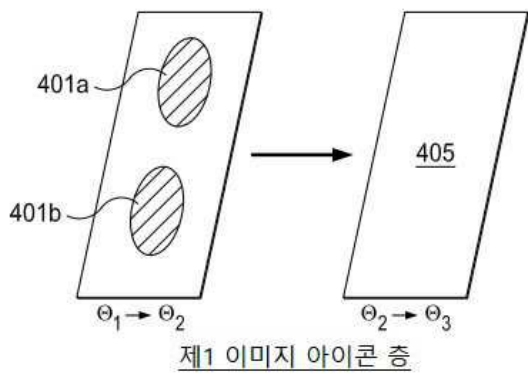
도면3b



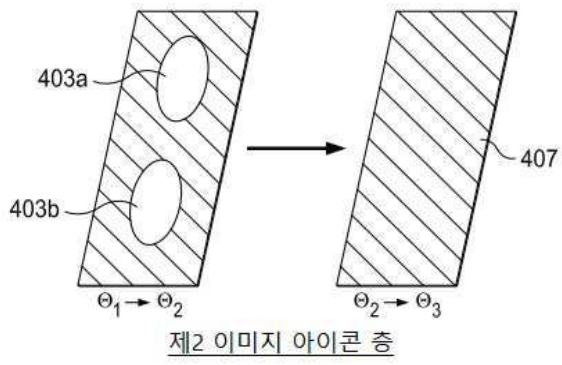
도면3c



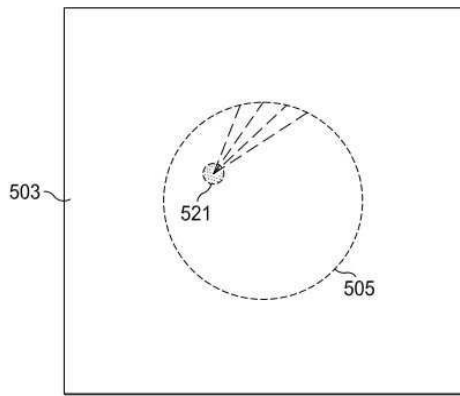
도면4a



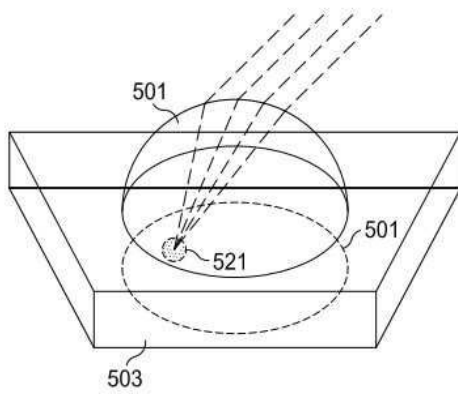
도면4b



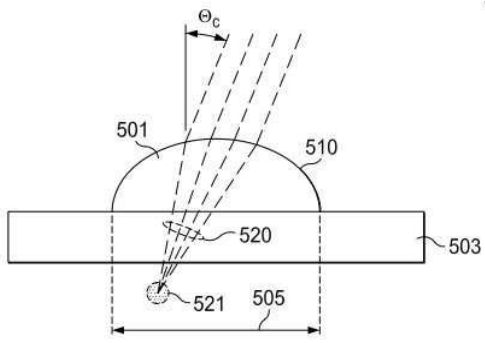
도면5a



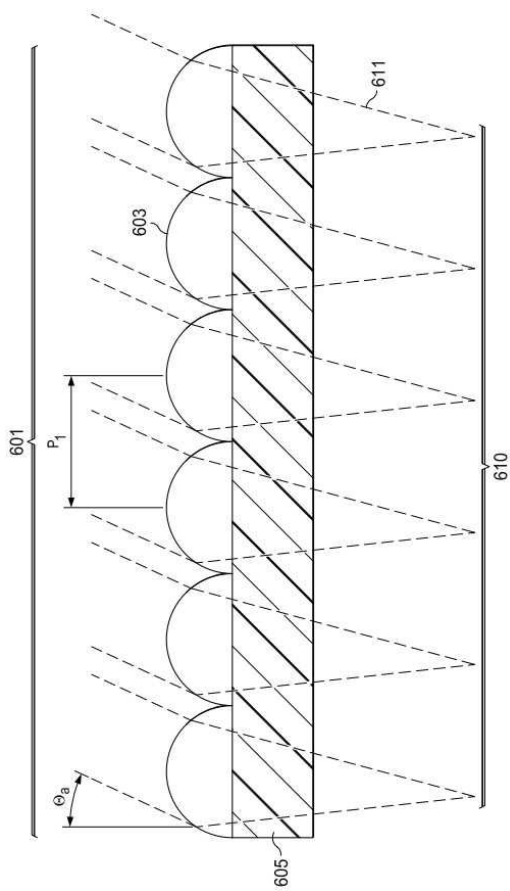
도면5b



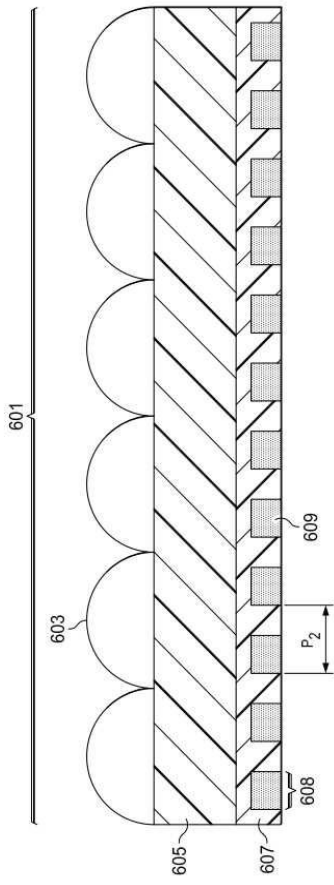
도면5c



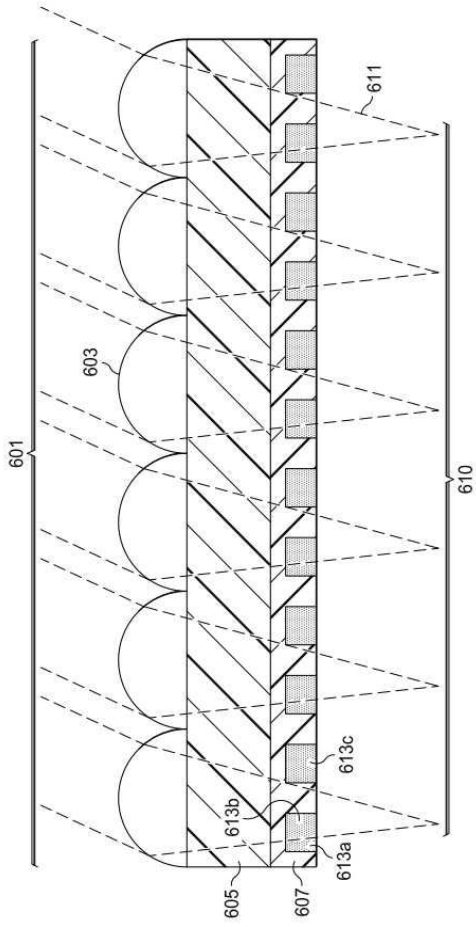
도면6a



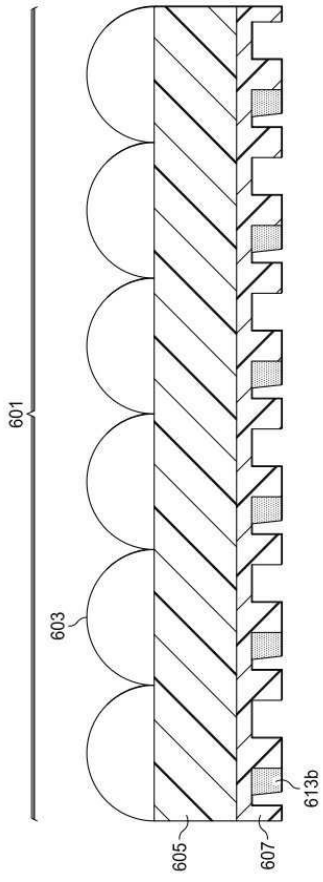
도면6b



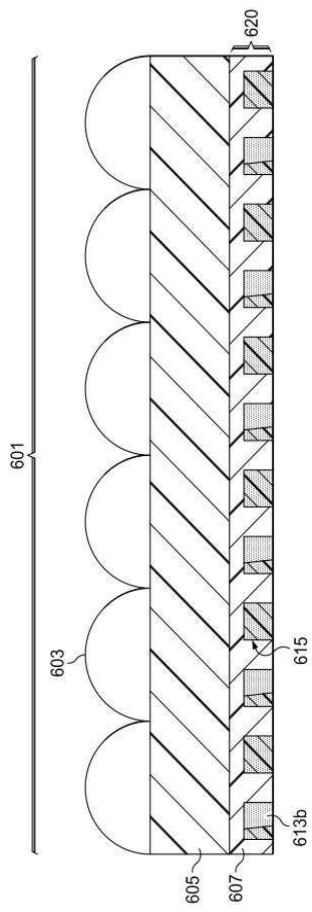
도면6c



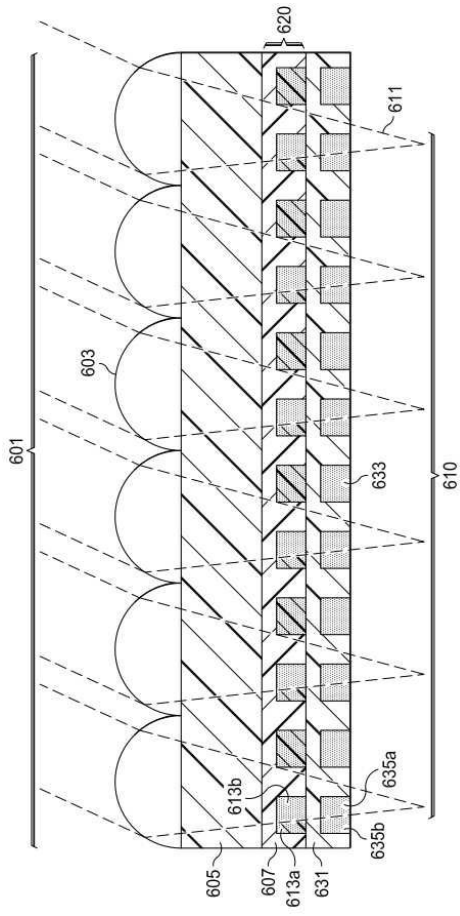
도면6d



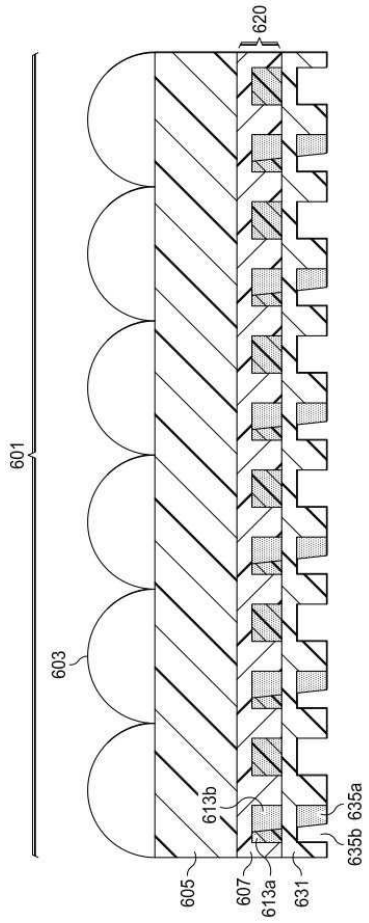
도면6e



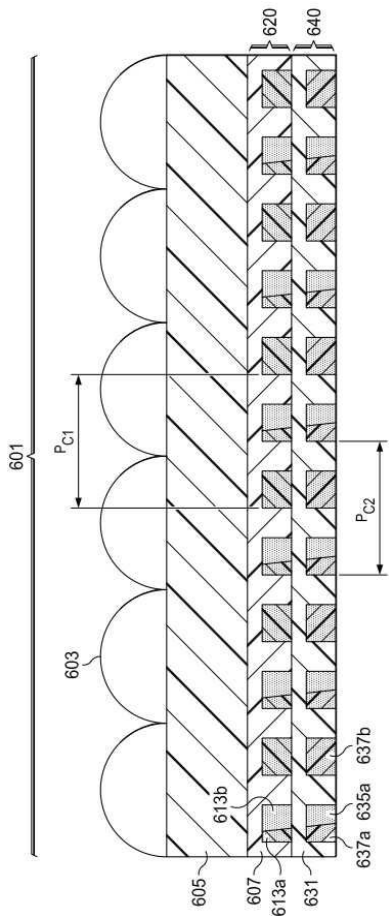
도면6f



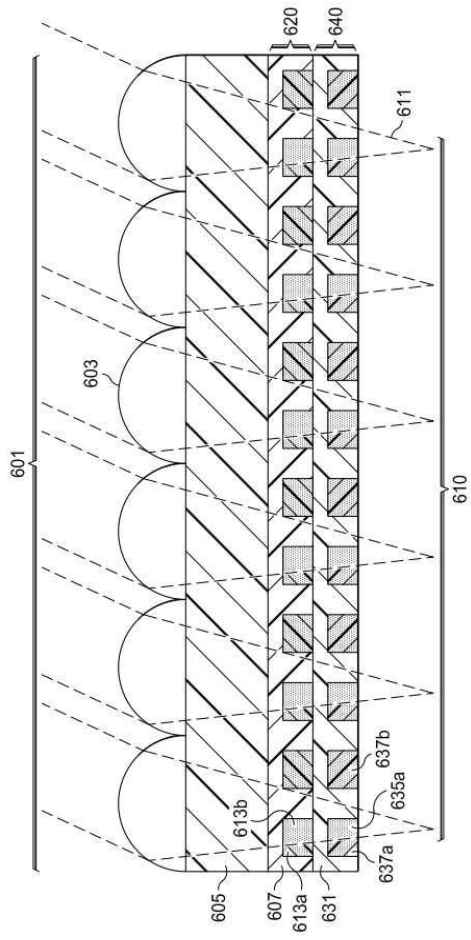
도면6g



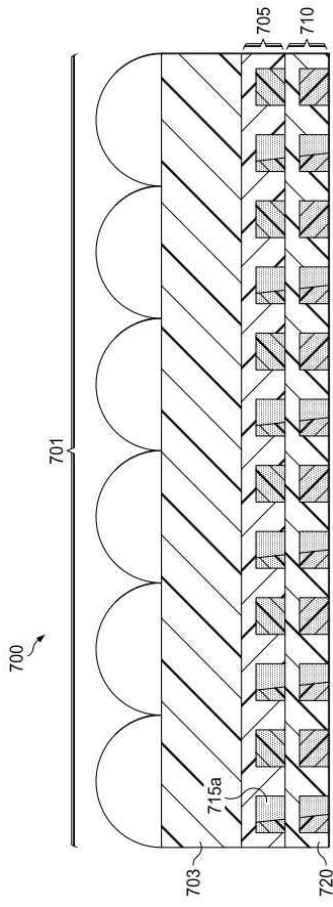
도면6h



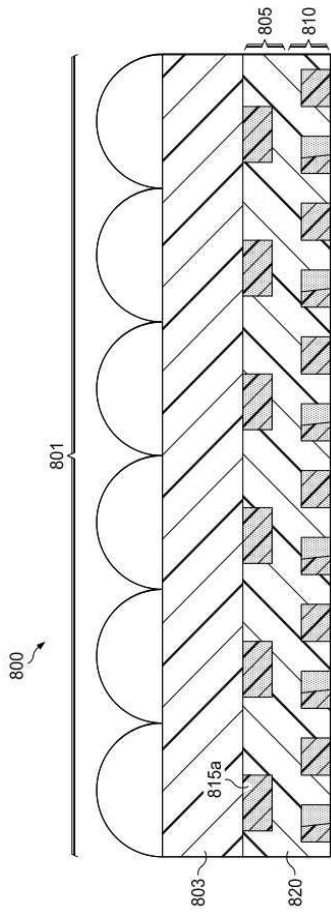
도면6i



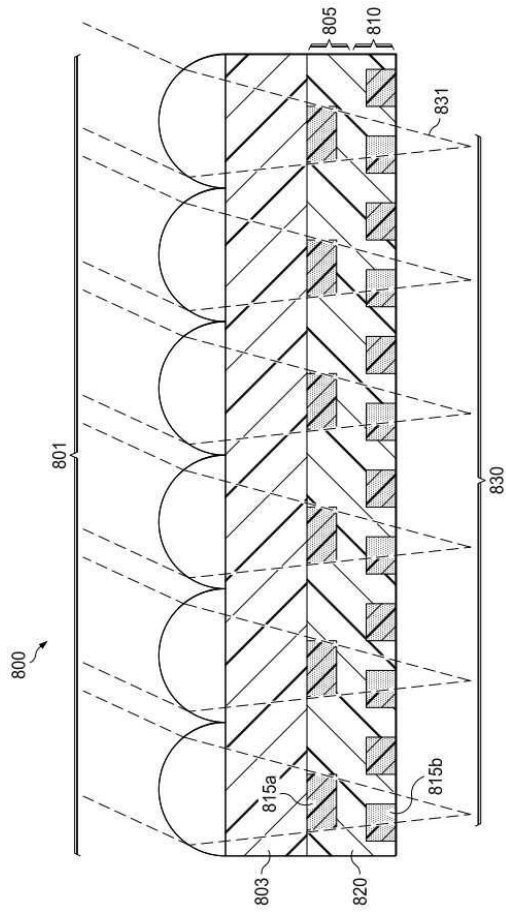
도면7



도면8a



도면 8b



도면9

